

As discussed in the description

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
14. August 2003 (14.08.2003)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 03/067033 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: F01C 3/02, 3/06

(81) Bestimmungsstaaten (*national*): BR, CA, CN, JP, US.

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP02/01226

(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

(22) Internationales Anmeldedatum:  
6. Februar 2002 (06.02.2002)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht  
— mit geänderten Ansprüchen

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(71) Anmelder und

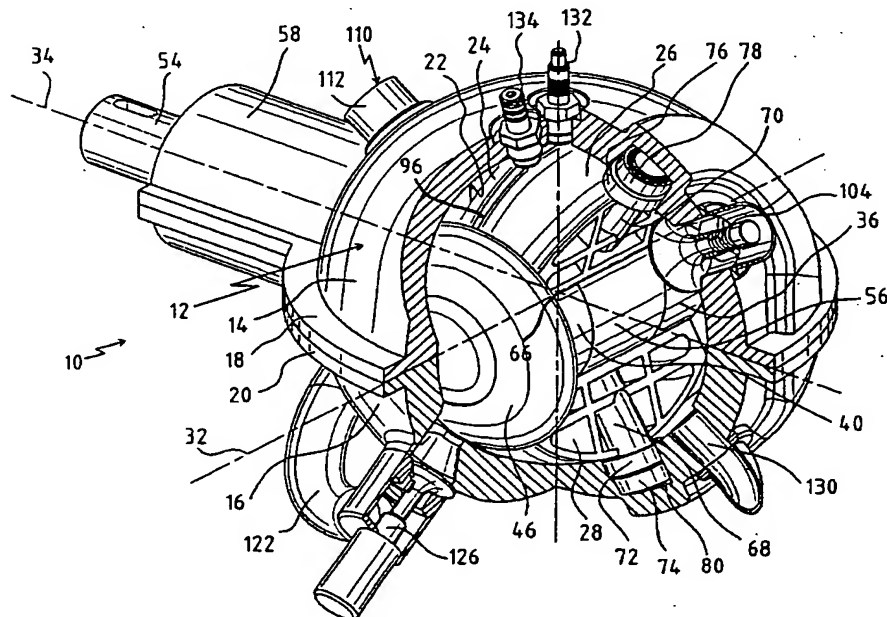
(72) Erfinder: HÜTTLIN, Herbert [DE/DE]; Rümmlinger  
Strasse 15, 79539 Lörrach (DE).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen  
Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on  
Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe  
der PCT-Gazette verwiesen.

(74) Anwälte: HEUCKEROTH, Volker usw.; Witte, Weller &  
Partner, Postfach 105462, 70047 Stuttgart (DE).

(54) Title: SWIVELING PISTON ENGINE

(54) Bezeichnung: SCHWENKKOLBENMASCHINE



(57) Abstract: Disclosed is a swiveling piston engine comprising a plurality of pistons (24 to 30) which are arranged in a housing (12) and jointly rotate around an axis of rotation (34) that runs essentially along the center of the housing and is stationary in relation to the housing (12). Each of said pistons (24 to 30) swivels back and forth around a swiveling axis (32) while rotating inside the housing (12), two adjacent pistons (24 to 30) swiveling in opposite directions. The inside of the housing (12) is globular. The swiveling axes (32) of pistons 24 to 30 is formed by a common swiveling axis (32) running essentially through the center (66) of the housing.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 03/067033 A1



---

**(57) Zusammenfassung:** Eine Schwenkkolbenmaschine weist eine Mehrzahl von in einem Gehäuse (12) angeordneten und um eine im wesentlichen gehäusemittige gehäusefeste Umlaufachse (34) in dem Gehäuse (12) gemeinsam umlaufenden Kolben (24 bis 30) auf, die beim Umlaufen in dem Gehäuse (12) hin- und hergehende Schwenkbewegungen um eine jeweilige Schwenkachse (32) ausführen, wobei jeweils zwei benachbarte Kolben (24 bis 30) gegensinnige Schwenkbewegungen ausführen. Das Gehäuse (12) ist innenseitig kugelförmig ausgebildet, wobei die Schwenkachsen (32) der Kolben 24 bis 30 durch eine gemeinsame Schwenkachse (32) gebildet sind, die im wesentlichen durch die Gehäusemitte 66 verläuft.

### Schwenkkolbenmaschine

Die Erfindung betrifft eine Schwenkkolbenmaschine, mit einer Mehrzahl von in einem Gehäuse angeordneten und um eine im wesentlichen gehäusemittige gehäusefeste Umlaufachse in dem Gehäuse gemeinsam umlaufenden Kolben, die beim Umlaufen in dem Gehäuse hin- und hergehende Schwenkbewegungen um eine jeweilige Schwenkachse ausführen, wobei jeweils zwei benachbarte Kolben gegensinnige Schwenkbewegungen ausführen.

Eine derartige Schwenkkolbenmaschine ist aus der WO 98/13583 bekannt.

Schwenkkolbenmaschinen gehören zu einer Gattung von Brennkraftmaschinen, bei denen die einzelnen Arbeitstakte des Einlassens, Verdichtens, Zündens, Expandierens und Ausstoßens des Verbrennungsgemisches durch hin- und hergehende Schwenkbewegungen der einzelnen Kolben zwischen zwei Endstellungen vermittelt werden.

Die Schwenkkolben laufen dabei in dem Gehäuse um eine gemeinsame gehäusefeste Umlaufachse um, wobei die Umlaufbewegung der Kolben über entsprechende Zwischenglieder in eine Drehbewegung einer Abtriebswelle umgesetzt wird. Beim Umlaufen der Schwenkkolben in dem Gehäuse führen die Schwenkkolben die hin- und hergehenden Schwenkbewegungen aus.

Bei der zuvor genannten bekannten Schwenkkolbenmaschine weist das Gehäuse innenseitig eine Zylindergeometrie auf. Die Kolben der bekannten Schwenkkolbenmaschine sind als zweiarmige Hebel ausgebildet. Jeweils zwei benachbarte Kolben stehen miteinander in Wälzeingriff. Die Kolben sind jeweils um eine zu einer mittigen Gehäuseachse, die auf der Zylinderachse liegt, parallele Kolbenachse verschwenkbar angeordnet. Die Kolbenachsen erstrecken sich in unmittelbarer Nähe der Gehäuseinnenwand, wobei jeder Kolben eine eigene Kolbenachse besitzt. Um die Schwenkbewegungen der einzelnen Kolben beim Umlaufen in dem Gehäuse zu steuern, ist ein gehäusemittiges gehäusefestes Kurvenstück vorgesehen, entlang dem die einzelnen Kolben geführt sind.

Die einzelnen Arbeitskammern, die durch jeweils zwei benachbarte Kolben gebildet werden, sind zwischen der Gehäuseinnenwand zugewandten Seiten der Kolben und der Gehäuseinnenwand gebildet.

Obwohl sich die bekannte Schwenkkolbenmaschine hinsichtlich ihrer Laufeigenschaften und ihrer Drehmomentkurve als günstig erwiesen hat, kann als Nachteil der bekannten Schwenkkolbenmaschine angesehen werden, daß die Massenverteilung der Kolben aufgrund der Gehäusegeometrie und der gehäuseinnenwandseitigen Lagerung der einzelnen Kolben noch optimierbar ist.

Aus dem Dokument US 6,241,493 B1 ist eine Vorrichtung zur Steuerung des Fluidflusses durch eine Rotationspumpe, einen Kompressor oder einen Motor bekannt. In einem kugelförmigen Gehäuse rotiert eine erste Schaufel, die zumindest eine zweite Schaufel dazu bringt, sich zwischen alternierend offenen und geschlossenen Stellungen hin- und hergehend zu verschwenken, und zwar entfernt sich die zweite Schaufel von der ersten Schaufel und nähert sich dieser wieder in einer oszillierenden Bewegung an. Das Fluid wird durch einen Einlaß in dem Gehäuse bewegt, wenn die zweite Schaufel sich der geschlossenen Position nähert, während das Fluid in das Gehäuse eintritt, wenn die zweite Schaufel die Offenstellung erreicht. Die eine Schaufel führt eine reine Rotationsbewegung und keine Schwenkbewegung aus, während die andere Schaufel verschwenkbar ist. Diese bekannte Vorrichtung beruht demnach auf einem vollständig anderen Arbeitsprinzip als die zuvor genannte bekannte Schwenkkolbenmaschine.

Ferner ist aus dem Dokument DE 297 24 399 U1 eine Vorrichtung mit zumindest zwei in einem Ringraum umlaufenden Rotationskolben bekannt, die in ihrer Umlaufrichtung eine Expansionskammer in dem Ringraum nach vorne und hinten begrenzen, wobei die Rotationskolben über eine Getriebeanordnung so mit einer gemeinsamen Drehmomentübertragungswelle verbunden sind, daß sich das

Volumen der Expansionskammer in der Umlaufrichtung wechselweise verkleinert und vergrößert. Die Getriebeanordnung weist zwischen der Drehmomentübertragungswelle und zumindest einem der beiden eine Expansionskammer begrenzenden Rotationskolben mindestens ein geknicktes und bezüglich seiner zyklischen Drehphasenverschiebung nicht kompensiertes Kardangelenk auf. Bei dieser bekannten Vorrichtung nähern sich jeweils zwei benachbarte Kolben an bzw. bewegen sich voneinander weg, indem die Kolben beim Umlaufen in dem Gehäuse variierende Umlaufgeschwindigkeiten besitzen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Schwenkkolbenmaschine der eingangs genannten Art bereitzustellen, die hinsichtlich der Symmetrie der Massenverteilung noch weiter verbessert ist.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe hinsichtlich der eingangs genannten Schwenkkolbenmaschine dadurch gelöst, daß das Gehäuse innenseitig kugelförmig ausgebildet ist, und daß die Schwenkachsen der Kolben durch eine gemeinsame Schwenkachse gebildet sind, und im wesentlichen durch die Gehäusemitte verläuft.

Bei der erfindungsgemäßen Schwenkkolbenmaschine sind demnach die einzelnen in dem Gehäuse umlaufenden Kolben um eine gemeinsame Schwenkachse verschwenkbar, die im wesentlichen auf einem Durchmesser des kugelförmigen Gehäuses liegt, wodurch die Kolben im Unterschied zu der eingangs genannten bekannten Schwenkkolbenmaschine eine gehäusemittige Lagerung besitzen. Während bei der eingangs genannten bekannten Schwenkkolbenmaschine die einzelnen Kolben beim Umlaufen in dem Gehäuse aufgrund der Fliehkraft gegen ihre an der Gehäuseinnenwand sitzenden

Schwenkachsenlager gedrückt werden, werden die Kolben der erfindungsgemäßen Schwenkkolbenmaschine aufgrund ihrer gehäusemittigen Lagerung gegen die auf die Kolben wirkenden Zentrifugalkräfte zur Gehäusemitte hin abgestützt, wodurch die Kolben mit wesentlich geringerer Reibung laufen können. Darüber hinaus ist das Gehäuse der erfindungsgemäßen Schwenkkolbenmaschine im Unterschied zu der eingangs genannten bekannten Schwenkkolbenmaschine kugelförmig ausgebildet, was den Vorteil hat, daß die Gesamtanordnung der Kolben in Verbindung mit ihrer gehäusemittigen Lagerung mit einer besonders homogenen Massenverteilung ausgebildet werden kann. Des weiteren bietet die kugelförmige Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Schwenkkolbenmaschine den Vorteil eines größtmöglichen Arbeitsvolumens bei wesentlich kompakterer Gesamtabmessung der Schwenkkolbenmaschine. Die einzelnen Arbeitskammern können somit mit großen Volumina bei kleinstmöglichen Gesamtabmessungen der Schwenkkolbenmaschine ausgestaltet werden. Ein noch weiterer Vorteil der kugelförmigen Ausgestaltung ist, daß bezüglich der Stellung der gemeinsamen Schwenkachse relativ zur Umlaufachse eine weitestgehend freie Wahl besteht.

In einer bevorzugten Ausgestaltung verläuft die gemeinsame Schwenkachse der Kolben zur Umlaufachse schräg oder senkrecht.

Diese Maßnahme hat den Vorteil, daß sich das Zusammenspiel zwischen den hin- und hergehenden Schwenkbewegungen der Kolben und der Umlaufbewegung der Kolben konstruktiv einfach und kinematisch günstig realisieren läßt. Während die schräge oder senkrechte Anordnung bevorzugt ist, ist es jedoch auch denkbar, die gemeinsame Schwenkachse der Kolben und die gemeinsame Umlaufachse parallel verlaufen, bspw. zusammenfallen zu lassen.

Allen Ausgestaltungen ist jedoch gemeinsam, daß der Winkel zwischen der Schwenkachse und der Umlaufachse während des Laufes der Schwenkkolbenmaschine unveränderlich ist. Der Vorteil einer senkrechten Anordnung der Schwenkachse zur Umlaufachse besteht darin, daß sich die hin- und hergehenden Schwenkbewegungen der Kolben nicht als Beschleunigungs- oder Verzögerungsmomente auf die Umlaufbewegung um die Umlaufachse auswirken, wodurch ein sehr ruhiger Lauf der Schwenkkolbenmaschine erreicht wird.

In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung sind die Kolben an einem die Schwenkachse bildenden Achszapfen verschwenkbar gelagert, der mit einer die Umlaufachse bildenden Welle drehfest um die Umlaufachse verbunden ist.

Hierbei ist die konstruktiv besonders einfache Ausgestaltung von Vorteil. Sofern die Schwenkachse der Kolben die Umlaufachse im wesentlichen senkrecht schneidet, wie in einer bevorzugten Ausgestaltung zuvor erwähnt wurde, ist der die Schwenkachse bildende Achszapfen entsprechend senkrecht zur die Umlaufachse bildenden Welle angeordnet und mit dieser um die Umlaufachse drehfest verbunden.

In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung ist die Welle aus dem Gehäuse herausgeführt.

Hierbei ist von Vorteil, daß die die gemeinsame Umlaufachse bildende Welle gleichzeitig als An- bzw. Abtriebsachse dienen kann. Die Umlaufbewegung der Kolben in dem Gehäuse kann somit ohne Zwischenglieder unmittelbar in eine Drehbewegung der Welle umgesetzt werden, wobei diese Drehbewegung dann außerhalb des Gehäuses als Antriebsenergie abgegriffen werden kann.



In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung endet die Welle etwa gehäusemittig.

Diese Ausgestaltung hat den Vorteil, daß für die Welle am Gehäuse nur ein Lager benötigt wird, wodurch der konstruktive Aufwand der erfindungsgemäßen Schwenkkolbenmaschine noch weiter verringert ist.

In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung sind jeweils zwei bezüglich der Gehäusemitte im wesentlichen diametral gegenüberliegende Kolben zu einem Doppelkolben fest miteinander verbunden.

Bei dieser Ausgestaltung erstrecken sich demnach die beiden Kolben eines Doppelkolbens von der Schwenkachse ausgehend im wesentlichen radial in entgegengesetzte Richtung zur jeweils gegenüberliegenden Gehäuseinnenwand. Der Vorteil dieser Maßnahme liegt darin, daß für zwei Kolben nur die halbe Anzahl an Laggerringen benötigt wird, wodurch einerseits der Platzbedarf zur Lagerung der Kolben um die Schwenkachse verringert ist und zudem weniger Teile für die Lagerung der Kolben benötigt werden.

In einer besonders bevorzugten Ausgestaltung sind insgesamt vier Kolben in dem Gehäuse angeordnet, wobei in Verbindung mit der zuvor genannten bevorzugten Ausgestaltung dann zwei Doppelkolben in dem Gehäuse angeordnet sind. Diese beiden Doppelkolben überkreuzen sich etwa in Form eines X an der gemeinsamen Schwenkachse.

In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung sind die Kolben beim Umlaufen in dem Gehäuse entlang zumindest einer am Gehäuse ausgebildeten Steuerkurve zum Steuern der hin- und hergehenden Schwenkbewegungen geführt.

Das Vorsehen der Steuerkurve hat den Vorteil, daß die Schwenkbewegungen der einzelnen Kolben in definierter Weise exakt gesteuert sind. Das Vorsehen der zumindest einen Steuerkurve am Gehäuse unterscheidet sich von der eingangs genannten bekannten Schwenkkolbenmaschine, bei der ein gehäusefestes Kurvenstück mittig im Gehäuse angeordnet ist. Bei der erfindungsgemäßen Schwenkkolbenmaschine sind die Kolben dagegen gehäusemittig um die gemeinsame Schwenkachse gelagert, und die Steuerkurve ist am Gehäuse ausgebildet, wodurch die Schwenkbewegungen der Kolben mit einem großen Hub erfolgen können.

Dabei ist es bevorzugt, wenn die Steuerkurve als zumindest eine in das Gehäuse eingebrachte Nut ausgebildet ist, in die jeweils zumindest ein dem jeweiligen Kolben zugeordnetes kolbenfestes Führungsglied eingreift.

Das Vorsehen einer Nut in der Wand des Gehäuses hat den Vorteil, daß das jeweilige in die Nut eingreifende kolbenfeste Führungsglied zweiseitig geführt ist, nämlich an den beiden gegenüberliegenden Seitenwänden der Nut.

In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung weist das Führungsglied zumindest eine Laufrolle auf, oder das Führungsglied ist als Gleitlager ausgebildet.

Wenn das Führungsglied zumindest eine Laufrolle aufweist, besteht der Vorteil darin, daß die Führung der einzelnen Kolben in der Nut mit sehr geringer Reibung erfolgt, wodurch Energieverluste beim Umlaufen der Kolben in dem Gehäuse verringert sind.

Besonders bevorzugt ist es, wenn das Führungsglied zwei Laufrollen aufweist, von denen die eine mit der einen Seitenfläche der Nut und die andere mit der gegenüberliegenden Seitenfläche der Nut in Kontakt steht.

Diese Maßnahme hat den Vorteil, daß die beiden einzelnen Laufrollen beim Laufen in der Nut ihre Drehrichtung nicht umkehren müssen, je nachdem, ob sie mit der einen Seitenfläche oder der anderen Seitenfläche der Nut in Kontakt kommen. Bei der vorliegenden Ausgestaltung steht die eine Laufrolle stets mit der einen Seitenfläche der Nut in Kontakt, woraus eine über einen vollen Umlauf der Laufrolle in der Nut gesehen gleiche Drehrichtung dieser Laufrolle resultiert, während die andere Laufrolle stets mit der gegenüberliegenden Seitenfläche in Kontakt steht, und auch diese während des Umlaufs in der Nut somit keine Drehrichtungsumkehr erfährt.

Im Zusammenhang mit einer der zuvor genannten Ausgestaltungen, wonach jeweils zwei Kolben zu einem Doppelkolben zusammengefaßt sind, ist in einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung vorgesehen, daß jeder Doppelkolben nur ein Führungsglied aufweist.

Auch dies ist ein Vorteil der Zusammenfassung jeweils zweier Kolben zu einem Doppelkolben, weil nur ein Führungsglied pro Doppelkolben und daraus resultierend sogar nur insgesamt eine

Steuerkurve für zwei Doppelkolben erforderlich ist, wodurch der konstruktive Aufwand noch weiter verringert ist.

Alternativ zu der Ausgestaltung der Steuerkurve als in das Gehäuse eingebrachte Nut kann die Steuerkurve auch bevorzugt als zumindest ein vom Gehäuse nach innen vorragender Vorsprung ausgebildet sein, an dem die Kolben entlang geführt sind.

Der Vorteil dieser Maßnahme besteht darin, daß die Kolben direkt mit einer kolbeneigenen Fläche ohne das Vorsehen einer Laufrolle an dem nach innen vorragenden Vorsprung geführt werden können, wodurch eine konstruktiv besonders einfache Ausgestaltung der Schwenkkolbenmaschine erreicht wird.

In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung weist jeder Kolben eine sich radial erstreckende Arbeitsseite und eine von dieser abgewandte Rückseite auf, wobei eine jeweilige Arbeitskammer zwischen jeweils zwei einander gegenüberliegenden Arbeitsseiten und dem Gehäuse ausgebildet ist, während zwischen jeweils zwei Rückseiten benachbarter Kolben und dem Gehäuse jeweils eine sich gegenläufig zu den Arbeitskammern im Volumen vergrößernde bzw. verkleinernde Nebenkammer ausgebildet ist.

Der Vorteil dieser Maßnahme besteht darin, daß die zwischen jeweils zwei Rückseiten benachbarter zweier Kolben ausgebildeten Nebenkammern, die sich bei der hin- und hergehenden Schwenkbewegungen der einzelnen Kolben hinsichtlich ihres Volumens gegenläufig zu den Arbeitskammern verhalten, in denen die Arbeitstakte des Ansaugens, Verdichtens, Expandierens und Ausstoßens erfolgen, für verschiedene Zwecke genutzt werden können, nämlich einerseits zur Kühlung der Kolben, oder als Druck-

kammern, wie in weiteren bevorzugten und nachfolgend noch zu beschreibenden Ausgestaltungen vorgesehen ist.

In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung sind die Kolben derart ausgebildet, daß die von jeweils zwei benachbarten Kolben gebildete Arbeitskammer kugelkeilförmig ausgebildet ist, und daß die Breite der Arbeitskammer in der Ebene senkrecht zur Schwenkachse der Kolben veränderlich ist.

Diese Ausgestaltung der Kolben führt zu einem im Vergleich zu der eingangs genannten bekannten Schwenkkolbenmaschine vergrößertem Arbeitsvolumen, was im Falle einer Verwendung der erfindungsgemäßen Schwenkkolbenmaschine als Verbrennungsmotor zu einer erhöhten Leistungsabgabe führen kann.

In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung ist die zuvor erwähnte zumindest eine Nebenkammer mit einem Fluid, vorzugsweise Luft, beflutbar.

Im Fall, daß die erfindungsgemäße Schwenkkolbenmaschine als Verbrennungsmotor verwendet wird, kann durch diese Maßnahme in vorteilhafter Weise in die Nebenkammern Frischluft zur Kühlung der Kolbenrückseiten, der Gehäuseinnenwand sowie der mittigen Kolbenlager eingeleitet werden. Hieraus ergibt sich vorteilhafterweise eine Erhöhung des Gesamt-Wirkungsgrades im Vergleich zu anderen Verbrennungsmotoren bekannter Art. Die Nebenkammern können im einfachsten Fall auch schlicht als Ölraum oder Öl-Luft-Raum zur Kühlung und Schmierung dienen.

In einer weiteren konstruktiv einfachen Ausgestaltung der zuvor genannten Maßnahme ist an dem Gehäuse zumindest ein Einlaßventil zum Befluten der zumindest einen Nebenkammer vorhanden.

Dieses Einlaßventil kann aufgrund der Tatsache, daß sich auch die zumindest eine Nebenkammer infolge der hin- und hergehenden Schwenkbewegung im Volumen vergrößert und verkleinert als einfaches Rückschlag- bzw. Flatterventil ausgebildet sein, weil sich durch die ständige alternierende Volumenänderung abwechselnd ein Unterdruck und ein Überdruck einstellen, über die das Einlaßventil selbsttätig gesteuert wird. Auf diese Weise können aufwendige Ventilsteuerungen, wie beispielsweise eine Nockenwelle oder sogar aufwendige Ventile, wie beispielsweise Magnetventile, eingespart werden.

In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung wird das Fluid in der Nebenkammer durch die Schwenkbewegung der zugeordneten Kolben komprimiert.

Diese Maßnahme hat den Vorteil, daß auf konstruktiv besonders einfache Weise die zumindest eine Nebenkammer nicht nur zu der Kühlung der Kolben, des Gehäuses und der Kolbenlager dient, sondern gleichzeitig als Druckkammer, die im Falle der Verwendung der erfindungsgemäßen Schwenkkolbenmaschine als Verbrennungsmotor zur Vorkompression der Verbrennungsluft, die zuvor in die zumindest eine Nebenkammer eingesaugt wurde, dienen kann. In diesem Sinne ist das zuvor genannte Fluid vorzugsweise Frischluft.

Besonders bevorzugt ist es in diesem Zusammenhang, wenn die zumindest eine Nebenkammer mit der zumindest einen Arbeitskammer

über zumindest ein Einlaßventil kommuniziert, das einen Übertritt des komprimierten Fluids von der zumindest einen Nebenkammer in die Arbeitskammer ermöglicht.

Mit dieser Ausgestaltung wird nun der erhebliche Vorteil geschaffen, daß die erfindungsgemäße Schwenkkolbenmaschine als selbst aufladender Verbrennungsmotor verwendet werden kann. Mit anderen Worten wird ein derartiger Selbstaufladungseffekt bei der erfindungsgemäßen Schwenkkolbenmaschine in die Maschine integriert. Dieser Selbstaufladungseffekt wird durch die sich gegenläufig zu den Arbeitskammern vergrößernden bzw. verkleinernden Nebenkammern ermöglicht. Das in der zumindest einen Nebenkammer vorkomprimierte Fluid, beispielsweise vorkomprimierte Verbrennungsluft, kann dann komprimiert in die zumindest eine Arbeitskammer übertreten, beispielsweise wenn diese sich gerade im Ansaugtakt oder am Ende desselben befindet. Mit anderen Worten kann die Verbrennungsluft bereits mit einem Vordruck in die zumindest eine Arbeitskammer geladen werden, so daß auf diese Weise Kompressionsdrücke erreichbar werden, die für einen Betrieb der erfindungsgemäßen Schwenkkolbenmaschine als Dieselmotor ausreichen können. Der Selbstaufladeeffekt kann im Rahmen dieser bevorzugten Ausgestaltung ohne den Anbau eines Ladeluftkompressors bewerkstelligt werden, wodurch eine Selbstaufladung der erfindungsgemäßen Schwenkkolbenmaschine mit geringstem konstruktivem Aufwand ermöglicht wird.

In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung kommuniziert die zumindest eine Nebenkammer mit der zumindest einen Arbeitskammer über eine gehäuseaußenseitig angeordnete Leitung, wobei das zumindest eine Einlaßventil, durch das Fluid von der Nebenkammer in die Arbeitskammer übertritt, am Gehäuse angeordnet ist.

In einer dazu alternativen bevorzugten Ausgestaltung kommuniziert die zumindest eine Nebenkammer mit der zumindest einen Arbeitskammer durch den dazwischen liegenden Kolben hindurch, wobei das Einlaßventil, durch das das Fluid von der Nebenkammer in die Arbeitskammer übertritt, am Kolben angeordnet ist.

Während die erste Ausgestaltung den Vorteil hat, daß die Kolben konstruktiv einfacher fertigbar sind, weil keine Ventile in die Kolben integriert werden müssen, sondern nur ein zusätzliches Einlaßventil am Gehäuse vorgesehen werden muß, hat die zweite Ausgestaltung den Vorteil, daß als Einlaßventil wiederum einfache Rückschlag- bzw. Flatterventile verwendet werden können, und die Funktion dieser Ventile vom Umgebungsdruck des Gehäuses unabhängig ist. Bei der ersten Ausgestaltung wird hingegen vorzugsweise ein gesteuertes Ventil in Form eines Magnetventils oder im einfachen Fall ein über eine Nockenwelle gesteuertes Ventil verwendet.

Bei der erfindungsgemäßen Schwenkkolbenmaschine sind die Kolben zur Erzielung großvolumiger Arbeitskammern vorzugsweise derart angeordnet, daß jeweils zwei benachbarte Kolben sich aufgrund der Schwenkbewegungen abwechselnd aufeinander zu und voneinander wegbewegen.

Weitere Vorteile und Merkmale ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung und der beigefügten Zeichnung.

Es versteht sich, daß die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen



oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden mit Bezug auf diese hiernach näher beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 eine teilweise aufgebrochene perspektivische Gesamtansicht einer erfindungsgemäßen Schwenkkolbenmaschine gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel und in einer ersten Betriebsstellung der Kolben;

Fig. 2 eine perspektivische Darstellung der Schwenkkolbenmaschine in Fig. 1 ohne Gehäuse;

Fig. 3 eine perspektivische Explosionsdarstellung der in Fig. 2 dargestellten Komponenten der Schwenkkolbenmaschine in Fig. 1;

Fig. 4 eine weitere perspektivische Explosionsdarstellung der Komponenten der Schwenkkolbenmaschine in Fig. 3 unter weiterer Weglassung von Bauteilen;

Figuren 5a) und 5b)

einen Doppelkolben der Schwenkkolbenmaschine in Fig. 1 in perspektivischer Darstellung, wobei die Darstellung in Fig. 5b) gegenüber der Darstellung in Fig. 5a) um 90° gedreht ist;

Figuren 6a) und 6b)

perspektivische hälftig aufgebrochene Darstellungen des Gehäuses der Schwenkkolbenmaschine in Fig. 1 in Alleinstellung, wobei Fig. 6a) das Gehäuse außenseitig und Fig. 6b) das Gehäuse innenseitig zeigt;

Fig. 7 einen Schnitt durch die Schwenkkolbenmaschine in Fig. 1 entlang einer zur Umlaufachse der Kolben parallelen und zur Schwenkachse der Kolben senkrechten Ebene;

Fig. 8 einen Schnitt durch die Schwenkkolbenmaschine in Fig. 1 entlang einer zur Schwenkachse der Kolben parallelen und zur Umlaufachse senkrechten Ebene;

Figuren 9a) bis 9d)

schematische Darstellungen des Funktionsprinzips der Schwenkkolbenmaschine in Fig. 1 in einem Schnitt entlang der Umlaufachse und quer zur Schwenkachse der Kolben;

Figuren 10a) bis 10d)

schematisierte Darstellungen des Funktionsprinzips der Schwenkkolbenmaschine in Fig. 1 in einem Schnitt parallel zur Schwenkachse und quer zur Umlaufachse der Kolben, wobei die einzelnen in Figuren 10a) bis 10d) dargestellten Betriebsstellungen den in Figuren 9a) bis 9d) dargestellten Betriebsstellungen entsprechen;

- Fig. 11 eine schematische Darstellung der Charakteristik der Steuerkurve, über die die Schwenkbewegungen der Kolben gesteuert werden;
- Figuren 12 bis 14 perspektische Darstellungen der Schwenkkolbenmaschine in Fig. 1 in den Figuren 9 und 10 entsprechenden verschiedenen Betriebsstellungen der Kolben;
- Fig. 15 eine Fig. 7 entsprechende Schnittdarstellung einer Schwenkkolbenmaschine gemäß einem gegenüber der Schwenkkolbenmaschine in Fig. 1 geringfügig abgewandelten Ausführungsbeispiel;
- Fig. 16 die Schwenkkolbenmaschine in Fig. 15 in einer gegenüber Fig. 15 veränderten Betriebsstellung der Kolben;
- Fig. 17 die Schwenkkolbenmaschine in Figuren 15 und 16 in einer gegenüber Figuren 15 und 16 weiter veränderten Betriebsstellung der Kolben;
- Fig. 18 eine Fig. 7 entsprechende Darstellung eines weiteren Ausführungsbeispiels einer gegenüber der Schwenkkolbenmaschine in Fig. 1 geringfügig abgewandelten Ausführungsbeispiels einer Schwenkkolbenmaschine; und
- Fig. 19 eine Fig. 8 entsprechende Schnittdarstellung eines noch weiteren Ausführungsbeispiels einer Schwenkkolbenmaschine.

Mit Bezug auf Figuren 1 bis 8 wird nachfolgend die Ausgestaltung einer mit dem allgemeinen Bezugszeichen 10 versehenen Schwenkkolbenmaschine näher beschrieben. Die Schwenkkolbenmaschine 10 dient als Verbrennungsmotor, kann jedoch auch in anderen Anwendungen beispielsweise als Kompressor Verwendung finden.

Die Schwenkkolbenmaschine 10 weist ein mit dem allgemeinen Bezugszeichen 12 versehenes Gehäuse auf, das aus einer ersten Gehäusehälfte 14 und einer zweiten Gehäusehälfte 16 zusammengesetzt ist.

Die beiden Gehäusehälften 14 und 16 sind über einen jeweiligen Ringflansch 18 bzw. 20 fest miteinander verbunden.

Eine Innenwand 22 des Gehäuses 12 ist kugelförmig ausgebildet. Auch außenseitig weist das Gehäuse 12 der Schwenkkolbenmaschine 10 eine Kugelsymmetrie auf.

In Fig. 1 ist das Gehäuse 12 teilweise aufgebrochen dargestellt, so daß in Fig. 1 weitere Einzelheiten der Schwenkkolbenmaschine 10 innerhalb des Gehäuses 12 zu sehen sind.

In dem Gehäuse 12 ist eine Mehrzahl und sind im vorliegenden Ausführungsbeispiel vier Kolben 24, 26, 28 und 30 angeordnet, wobei der Kolben 30 in Fig. 1 verdeckt ist, und bspw. in der perspektivischen Explosionsdarstellung in Fig. 4 bzw. in Fig. 7 erkennbar ist.

Es sind jeweils zwei Kolben fest miteinander zu einem Doppelkolben verbunden, und zwar sind die Kolben 26 und 30 zu einem Doppelkolben fest miteinander verbunden, und ebenso bilden die Kolben 24 und 28 einen einstückigen starren Doppelkolben.

Die Kolben 24 bis 30 sind um eine gemeinsame Schwenkachse 32 verschwenkbar, und gleichzeitig können die Kolben 24 bis 30 um eine gemeinsame Umlaufachse 34 in dem Gehäuse 12 umlaufen, wobei sich die hin- und hergehenden Schwenkbewegungen der Umlaufbewegung überlagern, wie hiernach noch näher beschrieben wird.

Zur schwenkbaren Lagerung weist der aus den Kolben 24 und 28 gebildete Doppelkolben einen mit den beiden Kolben 24 und 28 fest verbundenen Lagerring 36 an einem Ende der Kolben 24 und 28 und einen zweiten Lagerring 38 am gegenüberliegenden Ende der Kolben 24 und 28 auf. Der aus den Kolben 26 und 30 gebildete Doppelkolben ist identisch mit dem aus den Kolben 24 und 28 gebildeten Doppelkolben, und weist entsprechend einen ersten Lagerring 40 und einen zweiten Lagerring 42 auf.

Der aus den Kolben 24 und 28 gebildete erste Doppelkolben und der aus den Kolben 26 und 30 gebildete zweite Doppelkolben sind über die Lagerringe 36 und 38 bzw. 40 und 42 auf einem Achszapfen 44 verschwenkbar gelagert, der die Schwenkachse 32 bildet. Der aus den Kolben 24 und 28 gebildete erste Doppelkolben und der aus den Kolben 26 und 30 gebildete zweite Doppelkolben sind dabei auf dem Achszapfen 44 gegeneinander um  $180^\circ$  verdreht angeordnet, wobei der aus den Kolben 24 und 28 gebildete erste Doppelkolben und der aus den Kolben 26 und 30 gebildete zweite Doppelkolben an dem Achszapfen 44 bzw. der Schwenkachse 32 über Kreuz verlaufen. Wie nachfolgend noch näher erläutert wird, ist

die Schwenkbewegung zwischen den einzelnen Kolben 24 bis 30 jeweils paarweise gegensinnig.

Die Anordnung aus den Kolben 24 bis 30 und dem Achszapfen 44 ist an den Enden des Achszapfens 44 durch Verschlusskappen 46 und 48 dicht abgeschlossen. Die Verschlusskappen 46 und 48 weisen dazu jeweils einen nach innen vorstehenden Ringflansch 50 auf, der in eine jeweilige Nut 52 an den zweiten Lagerringen 38 und 42 dichtend eingreift. Die Verschlusskappen 46 und 48 bilden außenseitig einen kugelkalottenförmigen Abschluß der Anordnung aus den Kolben 24 und 30 an den beiden Enden des Achszapfens 44, der an die Krümmungsradien der Innenwand 22 des Gehäuses 12 angepaßt ist.

Der Achszapfen 44 ist mit einer Welle 54 verbunden, indem der Achszapfen 44 in eine Bohrung eines Ringes 56 an dem einen Ende der Welle 54 unlösbar eingepreßt ist, so daß der Achszapfen 44 beidseitig gleich weit aus dem Ring 56 zu dessen beiden Seiten hervorragt. Die Kolben 24 bis 30 sind mit den Lagerringen 36 bis 42 auf den aus dem Ring 56 beidseitig überstehenden Bereichen des Achszapfens 44 gelagert. Der Ring 56 ist mit der Welle 54 fest verbunden. Der Achszapfen 44 und damit die Schwenkachse 32 verläuft senkrecht zur Umlaufachse 34, die durch die Welle 54 gebildet wird. Bezogen auf die Umlaufachse 34 ist der Achszapfen 44 drehfest mit der Welle 54 verbunden, wobei der Achszapfen 44 jedoch auch bezogen auf die Schwenkachse 32 undrehbar in dem Ring 56 der Welle 54 gehalten ist.

Die Welle 54 ist gemäß Fig. 1 aus dem Gehäuse 12 herausgeführt und dient als Abtriebswelle für die Schwenkkolbenmaschine 10.

An dem Gehäuse 12 ist entsprechend ein rohrförmiger Fortsatz 58 ausgebildet, durch den die Welle 54 aus dem Gehäuse 12 herausgeführt ist. Die Welle 54 ist gemäß Figuren 2 und 3 in dem Fortsatz 58 mittels Lauflagern 60 und 62 mit einer dazwischenliegenden Hülse 64 gelagert.

Wie aus den Figuren 1 bis 8, insbesondere aus Fig. 7 hervorgeht, endet die Welle 54 innerhalb des Gehäuses 54 gehäusemittig.

Der Achszapfen 44 und damit die Schwenkachse 32 gehen durch die Gehäusemitte hindurch, die in Fig. 7 mit dem Bezugszeichen 66 bezeichnet ist. Die Kolben 24 bis 30 sind demnach auf einer gehäusemittigen Schwenkachse 32 verschwenkbar gelagert. Die Umlaufachse 34 geht ebenfalls durch die Gehäusemitte durch und schneidet dort die Schwenkachse 32 senkrecht.

Der bereits zuvor erwähnte erste Doppelkolben wird aus den bezogen auf die Schwenkachse 32 bzw. auf die Gehäusemitte 66 im wesentlichen diametral gegenüberliegenden Kolben 24 und 28, und der zweite Doppelkolben wird aus den bezogen auf die Schwenkachse 32 bzw. auf die Gehäusemitte 66 im wesentlichen diametral gegenüberliegenden Kolben 26 und 30 gebildet.

Der aus den Kolben 24 und 28 gebildete erste Doppelkolben ist weiterhin mit einem kolbenfesten Führungsglied 68 versehen, und ebenso ist der aus den Kolben 26 und 30 gebildete Doppelkolben mit einem Führungsglied 70 vorgesehen. Die Führungsglieder 68 und 70 dienen der Steuerung der hin- und hergehenden Schwenkbewegungen der Kolben 24 bis 30 um die Schwenkachse 32 beim Umlaufen der Kolben 24 bis 30 um die Umlaufachse 34. Die Füh-

rungsglieder 68 und 70 sind in der Art von Achsstäben ausgebildet. An dem Führungsglied 68 der Kolben 24 und 28 sind endseitig zwei Laufrollen 72 und 74 angeordnet. Die Laufrolle 72 hat einen größeren Außendurchmesser als die Laufrolle 74. Entsprechend sind an dem Führungsglied 70 endseitig Laufrollen 76 und 78 angeordnet, wobei die Laufrolle 76 einen größeren Außendurchmesser aufweist als die Laufrolle 78.

Über die Laufrollen 72, 74 bzw. 76, 78 greifen die Führungsglieder 68, 70 in eine in der Innenwand 22 des Gehäuses 12 als Nut 80 eingebrachte Steuerkurve zum Steuern der hin- und hergehenden Schwenkbewegungen der Kolben 24 bis 30 ein. Die als Nut 80 ausgebildete Steuerkurve ist dabei an dem Gehäuse um die Umlaufachse 34 zentriert in Verlängerung der Welle 54, d.h. dem Ring 56 der Welle 54 gegenüberliegend angeordnet. Die durch die Nut 80 gebildete Steuerkurve ist eine geschlossene Kurve ohne Kreuzungspunkte und weist etwa die Form eines an diametral gegenüberliegenden Seiten eingeschnürten Kreises auf.

Entsprechend der unterschiedlichen Außendurchmesser der Laufrolle 72 und der Laufrolle 74 und entsprechend dem Unterschied zwischen dem Außendurchmesser der Laufrolle 76 und der Laufrolle 78 weist die Nut 80 eine in radialer Richtung gestufte Form auf, d.h. die Seitenflächen 82 und 84 der Nut 80 weisen eine Stufe auf (vergl. Figuren 12 bis 14). Die Anordnung ist dabei so getroffen, daß die Laufrollen 72 und 76 größeren Außendurchmessers beim Umlaufen in der Nut 80 nur an der einen Seitenfläche 84 anliegen, während die Laufrollen 74 und 78 kleineren Außendurchmessers an der gegenüberliegenden Seitenfläche 82 anliegen, so daß die jeweilige Drehrichtung der Laufrollen 72 bis 78 über einen vollen Umlauf durch die Nut 80 die gleiche ist.



Wie insbesondere aus Fig. 1 hervorgeht, greifen die Führungsglieder 68 und 70 um  $180^\circ$  zueinander versetzt in die Nut 80 ein, wobei dieses Umschlingungswinkelverhältnis von  $180^\circ$  über einen vollen Umlauf der Kolben 24 bis 30 in dem Gehäuse 12 um die Umlaufachse 34 beibehalten wird. Die Form der Nut 80 geht besonders deutlich aus der Darstellung in Figuren 6a) und 6b) hervor, die einen Schnitt durch das Gehäuse 12 entlang einer Ebene senkrecht zur Umlaufachse 34 und parallel zur Schwenkachse 32 zeigen, wobei Fig. 6a) das Gehäuse 12 außenseitig und Fig. 6b) das Gehäuse 12 innenseitig zeigt.

In Figuren 5a) und 5b) ist der aus den Kolben 24 und 28 gebildete Doppelkolben in Alleinstellung gezeigt. Jeder der Kolben 24 bis 30 weist, wie am Beispiel der Kolben 24 und 28 in Fig. 5a) und 5b) dargestellt ist, eine Arbeitsseite und eine dieser gegenüberliegende Rückseite auf.

Für den Kolben 24 ist eine Arbeitsseite mit dem Bezugszeichen 86 bezeichnet. Die Arbeitsseite 86 ist im wesentlichen glatt und plan und erstreckt sich mit seiner größten Abmessung parallel zur Schwenkachse 32. Eine entsprechende identisch ausgebildete Arbeitsseite des Kolbens 28 ist mit dem Bezugszeichen 88 versehen.

Eine der Arbeitsseite 86 des Kolbens 24 gegenüberliegende Rückseite 90 des Kolbens 24 ist mit einer Mehrzahl von zur Rückseite 90 hin offenen Hohlräumen 92 versehen, die jedoch an der Arbeitsseite 86 geschlossen sind. In gleicher Weise ist eine Rückseite 94, die der Arbeitsseite 88 des Kolbens 28 gegenüberliegt, an dem Kolben 28 ausgebildet.

Die zuvor beschriebene Ausgestaltung der Kolben 24 und 28 liegt bei den identisch ausgebildeten Kolben 26 und 30 ebenfalls vor.

Zwischen den Arbeitsseiten jeweils benachbarter Kolben 24 bis 30 ist eine Arbeitskammer ausgebildet. Aufgrund der Ausgestaltung der Schwenkkolbenmaschine 10 mit vier Kolben 24 bis 30 sind demnach zwei Arbeitskammern 96 und 98 vorhanden, wobei die Arbeitskammer 96 zwischen den Arbeitsseiten der benachbarten Kolben 24 und 26 und die Arbeitskammer 98 zwischen den Arbeitsseiten der benachbarten Kolben 28 und 30 ausgebildet ist. Die Arbeitskammern 96 und 98 verändern beim Umlaufen der Kolben 24 bis 30 in dem Gehäuse 12 aufgrund der hin- und hergehenden Schwenkbewegungen ihr Volumen zwischen einer in Fig. 7 dargestellten nahezu geschlossenen Stellung mit geringem Volumen und einem maximalen Volumen, das beispielsweise in Fig. 17 bei einer diesbezüglich identisch arbeitenden Schwenkkolbenmaschine 10 dargestellt ist. Aufgrund der hin- und hergehenden Schwenkbewegung bewegen sich jeweils zwei benachbarte Kolben 24 bis 30 abwechselnd aufeinander zu oder voneinander weg.

Die Arbeitskammern 96 und 98 weisen etwa die Form von Kegelkeilen auf, deren Breite in der Ebene senkrecht zur Schwenkachse 32, d.h. in der Ebene der Fig. 7, entsprechend der hin- und hergehenden Schwenkbewegungen der Kolben 24 bis 30 veränderlich ist. Die Arbeitskammern 96 und 98 sind durch die Arbeitsseiten der Kolben 24 bis 30, die Innenwand 22 des Gehäuses 12 und zur Gehäusemitte 66 durch die Lagerringe 36 bis 42, und dem Ring 56 der Welle 54 begrenzt.

Ferner sind die Arbeitskammern 96 und 98 durch Dichtungen 99 zur Innenwand 22 des Gehäuses 12 und durch Dichtungen 101 zu

dem Ring 56 der Welle 54 hin abgedichtet. Eine Abdichtung der Kolben 24 bis 30 gegen die Lagerringe 36 bis 42 erübrigt sich aufgrund der einstückigen Verbindung derselben mit den Kolben 24 bis 30.

Zwischen den Rückseiten jeweils benachbarter der Kolben 24 bis 30 sind Nebenkammern ausgebildet. Entsprechend der Ausgestaltung der Schwenkkolbenmaschine 10 mit insgesamt vier Kolben 24 bis 30 sind zwei Nebenkammern vorhanden, und zwar eine Nebenkammer 100 zwischen dem Kolben 26 und dem Kolben 28 und eine Nebenkammer 102 zwischen dem Kolben 30 und dem Kolben 24. In Umfangsrichtung bezüglich der Schwenkachse 32 gesehen sind beide Arbeitskammern 96 und 98 der Nebenkammer 100 bzw. 102 benachbart.

Aufgrund der Hohlräume 92 an den Rückseiten der Kolben 24 bis 30 wird für die Nebenkammern 100 und 102 ein möglichst großes Volumen genutzt. Die Nebenkammern 100 und 102 vergrößern bzw. verkleinern sich bezüglich ihres Volumens gegenläufig zu den Arbeitskammern 96 und 98. Die Volumina der Arbeitskammern 96 und 98 vergrößern und verkleinern sich beim Umlaufen der Kolben 24 bis 30 in dem Gehäuse 12 um die Umlaufachse 34 gleichsinnig, und auch die Nebenkammern 100 und 102 vergrößern und verkleinern sich gleichsinnig.

Die Nebenkammern 100 und 102 sind mit einem Fluid, vorzugsweise Luft, beflutbar.

Dazu ist an dem Gehäuse 12 ein der Nebenkammer 100 zugeordnetes Einlaßventil 104 in einem am Gehäuse 12 ausgebildeten Ventilgehäuse 106 vorhanden. Das Einlaßventil 104 ist ein Flatterven-

til, das in Richtung eines Pfeiles 108 vorgespannt ist. Das Einlaßventil 104 wird durch die unterschiedlichen Druckverhältnisse zwischen der Nebenkammer 100 und dem Raum außerhalb des Gehäuses 12 gesteuert. Entsprechend ist der Nebenkammer 102 ein weiteres Einlaßventil 110 zugeordnet, das ebenfalls am Gehäuse 12 in einem darin ausgebildeten Ventilgehäuse 112 angeordnet ist. Auch das Einlaßventil 110 ist ein Flatterventil, und seine Funktionsweise entspricht derjenigen des Einlaßventils 104.

Gemäß Fig. 6 befindet sich das Einlaßventil 104 in einem Gehäusebereich innerhalb der Nut 80.

Das durch die Einlaßventile 104 bzw. 110 in die Nebenkammern 100 bzw. 102 eingeleitete Fluid, vorzugsweise Frischluft, dient zunächst der Kühlung der Kolben 24 bis 30, insbesondere deren Lagerringen 38 bis 42 sowie des Achszapfens 44 und der Innenwand 22 des Gehäuses 12, ferner der Kühlung der Laufrollen 72 bis 78 an den Führungsgliedern 68 und 70 der Kolben 24 bis 30.

Die Nebenkammern 100 und 102 haben in dem gezeigten Ausführungsbeispiel nicht nur die Funktion einer Kühlung, sondern dienen auch einer Komprimierung des in die Nebenkammern 100 und 102 eingeleiteten Fluids, d.h. der Frischluft.

Diese Komprimierung tritt ausgehend von der in Fig. 7 dargestellten Lage der Kolben 24 bis 30 dadurch ein, daß sich die Kolben 24 und 26 gemäß Pfeilen 114 und 116 und die Kolben 28 und 30 gemäß Pfeilen 118 und 120 verschwenken, wodurch das Volumen der Nebenkammern 100 und 102 verkleinert wird. Aufgrund des dabei sich kontinuierlich erhöhenden Druckes in den Nebenkammern 100 und 102 werden die Einlaßventile 104 und 110 in

ihre Schließstellung (Pfeil 108 in Fig. 7) gedrückt, so daß das Fluid nicht aus den Nebenkammern 100 bzw. 102 durch die Einlaßventile 104 bzw. 110 entweichen kann.

Die Nebenkammern 100 und 102 kommunizieren ferner mit den Arbeitskammern 96 und 98 über jeweils eine gehäuseaußenseitig angeordnete Leitung 122 und 124, und über ein Einlaßventil 126, das ein gesteuertes Ventil, beispielsweise ein Magnetventil ist.

Die Leitung 122 ist mit einem Ende über eine Öffnung 128 in dem Gehäuse 12 mit der Nebenkammer 102 verbunden, während die Leitung 124 über eine Öffnung 130 in dem Gehäuse 12 mit der Nebenkammer 100 verbunden ist. Im Bereich des Einlaßventils 126 laufen die Leitungen 122 und 124 zusammen.

Je nachdem welche der Arbeitskammern 96 oder 98 gerade dem Einlaßventil 126 gegenüberliegt, kann das in den Nebenkammern 100 und 102 komprimierte Fluid dann in die entsprechende Arbeitskammer 96 bzw. 98 eingeleitet werden. Auf diese Weise kann Verbrennungsluft vorkomprimiert, d.h. mit einem Überdruck in die Arbeitskammer 96 bzw. 98 eingeblasen werden, wodurch ein Selbstaufladeeffekt der Schwenkkolbenmaschine 10 eintritt.

Die Schwenkkolbenmaschine 10 weist ferner eine am Gehäuse 12 befestigte Zündkerze 132, eine der Zündkerze 132 unmittelbar benachbarte Einspritzdüse 134 zum Einspritzen von Brennstoff und einen nur in Fig. 8 sichtbaren Auslaß 136 zum Ausstoßen des verbrannten Brennstoff-Luft-Gemisches im Betrieb der Schwenkkolbenmaschine 10.

Ferner sind gemäß Figuren 7 und 8 in der Welle 54 Bohrungen 138 und 140 und in dem Achszapfen 44 sind Bohrungen 142 bis 150 vorhanden, wobei diese Bohrungen der Ölschmierung der beweglichen Teile dienen.

Mit Bezug auf Figuren 9, 10 und 11 wird hiernach das Funktionsprinzip der Schwenkkolbenmaschine 10 näher beschrieben, wobei die einzelnen Bewegungsabläufe der Kolben 24 bis 30 auch anhand der perspektivischen Darstellungen in Figuren 1 und 12 bis 14 nachvollzogen werden können. Die Darstellungen in Figuren 9 sind stark schematisiert.

In Figuren 9a), 10a) und in Fig. 1 befinden sich die Kolben 24 und 26 im sogenannten oberen Totpunkt (OT), und die Kolben 28 und 30 befinden sich im unteren Totpunkt (UT). In diesem Zustand weisen die zwischen den Kolben 24 und 26 ausgebildete Arbeitskammer 96 und die zwischen den Kolben 28 und 30 ausgebildete Arbeitskammer 98 ihr minimales Volumen auf. Das Führungsglied 70 des aus den Kolben 26 und 30 gebildeten Doppelkolbens befindet sich in der Nut 80 an deren einem Scheitelpunkt (vergl. Position a) in Fig. 11), während sich das Führungsglied 68 des aus den Kolben 24 und 28 gebildeten Doppelkolbens an dem gegenüberliegenden Scheitelpunkt der Nut 80 befindet (Position c) in Fig. 11).

In diesem Zustand liegt in der Arbeitskammer 96 verdichtetes Brennstoff-Luft-Gemisch vor, während die Kammer 98 leer ist.

Wird nun mittels der Zündkerze 132 das in der Arbeitskammer 96 vorhandene Brennstoff-Luft-Gemisch gezündet, versucht die spontan auftretende Druckerhöhung in der Arbeitskammer 96 die

Kolben 24 und 26 um die Schwenkachse 32 auseinander zu verschwenken. Aufgrund der Führung des Kolbens 24 und des Kolbens 26 in der Nut 80 bewirkt dies gleichzeitig eine Zwangsführung der Kolben 24 und 26 und damit auch der mit den Kolben 24 und 26 fest verbundene Kolben 28 und 30 entlang der durch die Nut 80 gebildeten Steuerkurve, wodurch die Kolben 24 bis 30 in Richtung von einem Pfeil 152 um die Umlaufachse 34 in Bewegung gesetzt werden, d.h. die Kolben 24 bis 30 bewegen sich um die Umlaufachse 34 von der in Fig. 10a) dargestellten Position in die Fig. 10b) dargestellte Position, die auch in Fig. 12 dargestellt ist. Gleichzeitig mit dieser Umlaufbewegung um die Umlaufachse 34 verschwenken die Kolben 24 und 26 in gegensinniger Weise und ebenso die Kolben 28 und 30 in gegensinniger Weise um die Schwenkachse 32 auseinander, wie aus dem Übergang von Fig. 9a) zu Fig. 9b) hervorgeht. Das durch die Kolben 24 und 26 gebildete Kolbenpaar befindet sich nunmehr im Arbeitstakt des Expandierens, während das durch die Kolben 28 und 30 gebildete Kolbenpaar sich im Arbeitstakt des Ansaugens befindet.

Gleichzeitig mit der Volumenvergrößerung der Arbeitskammern 96 und 98 geht eine Volumenverminderung der Nebenkammern 100 und 102 einher. Die durch die Einlaßventile 104 und 110 in die Nebenkammern 100 und 102 bereits eingetretene Luft wird nunmehr in den Nebenkammern 100 und 102 komprimiert.

In Fig. 9c) sind die Arbeitskammern 96 und 98 mit ihrem maximalen Volumen dargestellt, wobei die Kolben 24 und 26 in diesem Zustand den Arbeitstakt des Expandierens abgeschlossen und die Kolben 28 und 30 den Arbeitstakt des Ansaugens abgeschlossen haben. Bis zu dieser Arbeitsstellung haben die Kolben 24 bis 30 gemäß Fig. 10c) von der Ausgangsstellung sich um  $90^\circ$  um die Um-

laufachse 34 fortbewegt (vergl. auch Fig. 13). Die Führungsglieder 68 und 70 befinden sich nun einander gegenüberliegend an den Scheiteln der Schmalseite der Nut 80 (Position b) und d) in Fig. 11). Während in diesem Zustand die Arbeitskammern 96 und 98 ihr maximales Volumen einnehmen, besitzen die Nebenkammern 100 und 102 ihr minimales Volumen, d.h. die in den Nebenkammern 100 und 102 vorhandene Luft ist nun maximal komprimiert. Vorzugsweise wird nun das Einlaßventil 126 durch eine entsprechende Ansteuerung geöffnet, wodurch die gesamte in den Nebenkammern 100 und 102 vorhandene komprimierte Luft in die Arbeitskammer 98 eingeleitet wird.

Ausgehend von dieser Arbeitsstellung gemäß Fig. 9c) bewegen sich nun die Kolben 24 und 26 und ebenso die Kolben 28 und 30 um die Schwenkachse 32 wieder aufeinander zu, wodurch die Kolben 24 und 26 nunmehr den Arbeitstakt des Ausstoßens und die Kolben 28 und 30 den Arbeitstakt des Verdichtens der zuvor eingelassenen bereits vorkomprimierten Verbrennungsluft ausführen. Dieser Arbeitstakt ist in Fig. 9d) und in Fig. 10d) bzw. in Fig. 14 dargestellt, woraus hervorgeht, daß die Kolben 24 bis 30 um weitere 45° um die Umlaufachse 34 fortbewegt wurden.

Während sich die Arbeitskammern 96 und 98 beim Übergang von dem in Fig. 9c) dargestellten Zustand in den in Fig. 9d) dargestellten Zustand verkleinern, vergrößern sich die Nebenkammern 100 und 102 entsprechend. Die Vergrößerung der Nebenkammern 100 und 102 bewirkt nun, daß in den Nebenkammern 100 und 102 ein Unterdruck gegenüber der Umgebung entsteht, so daß durch die Einlaßventile 104 und 110, die dabei selbsttätig öffnen, Frischluft in die Nebenkammern 100 und 102 eingesaugt wird.



Ausgehend von der in Figuren 9d) und 10d) und 14 dargestellten Stellung folgt anschließend eine den Figuren 9a), 10a) und 11 um  $180^\circ$  um die Umlaufachse 34 verdrehte, jedoch optisch nicht zu unterscheidende Stellung der Kolben 24 bis 30, wobei sich die Kolben 24 und 26 nun im unteren Totpunkt und die Kolben 28 und 30 im oberen Totpunkt befinden. Das heißt, anschließend wird nunmehr in die Arbeitskammer 98 zu der komprimierten Verbrennungsluft über die Einspritzdüse 134 Brennstoff in die Arbeitskammer 98 eingespritzt, der dann mit der verdichtenden Luft sofort gezündet wird. Die Arbeitskammer 96 ist dagegen nach dem Ausstoßen des verbrannten Brennstoff-Luft-Gemisches nunmehr leer und zum Ansaugen von frischer vorkomprimierter Verbrennungsluft aus den Nebenkammern 100 und 102 bereit.

Die Kolben 24 bis 30 haben sich bis hier um  $180^\circ$  um die Umlaufachse 34 in dem Gehäuse 12 fortbewegt. Daraus folgt, daß die Schwenkkolbenmaschine 10 über einen vollen Umlauf der Kolben 24 bis 30 um  $360^\circ$  um die Umlaufachse zwei volle Arbeitszyklen ausführt, d.h. die Arbeitstakte des Ansaugens, Verdichtens, Expandierens und Ausstoßens finden über einen vollen Umlauf von  $360^\circ$  zweimal statt.

In Fig. 11 ist die Charakteristik der Arbeitskurve für die Führungsglieder 68 und 70 der Kolben 24 bis 30 dargestellt. Dieser Darstellung ist zu entnehmen, daß der Hub der Schwenkkolben Kolben durch die Differenz der Radien  $R_2$  und  $R_1$  gegeben ist, wobei der Radius  $R_1$  der Abstand des Mittelpunkts der Nut 80 vom Zentrum der Nut 80 auf der kurzen Achse und der Radius  $R_2$  der Abstand des Mittelpunktes der Nut 80 vom Zentrum der Nut 80 auf der großen Achse ist.

In Figuren 15 bis 17 ist ein gegenüber der Schwenkkolbenmaschine 10 geringfügig abgewandeltes Ausführungsbeispiel einer Schwenkkolbenmaschine 10' dargestellt, das sich von der Schwenkkolbenmaschine 10 lediglich durch die konstruktive Ausgestaltung des zuvor im Bezug auf die Schwenkkolbenmaschine 10 beschriebenen Selbstauflade-Effekts unterscheidet.

Es wurden gleiche oder vergleichbare Merkmale bzw. Elemente der Schwenkkolbenmaschine 10' mit den gleichen Bezugszeichen wie bei der Schwenkkolbenmaschine 10 mit einem hochgestellten Strich versehen.

Bei dem in Figuren 15 bis 17 dargestellten Ausführungsbeispiel kommunizieren die Arbeitskammern 96' und 98' mit den Nebenkammern 100' und 102' nicht über eine gehäuseäußere Leitung wie bei dem vorhergehenden Ausführungsbeispiel, sondern unmittelbar über die Kolben 24' bis 30' selbst, in denen jeweils ein Einlaßventil 154 bis 160 angeordnet ist. Die Einlaßventile 154 bis 160 sind als Flatterventile ausgebildet. Die Einlaßventile 154 bis 160 öffnen und schließen selbsttätig je nach dem sich bei hin- und hergehenden Schwenkbewegungen der Kolben 24' bis 30' einstellenden Druckunterschied zwischen den Nebenkammern 100', 102' und den Arbeitskammern 96', 98'. Die Einlaßventile 154 bis 160 sind in Richtung zu den Nebenkammern 100' und 102' hin vorgespannt.

In Fig. 15 ist die Arbeitskammer 96' zwischen den Kolben 24' und 26' in einer Lage dargestellt, in der sich die Kolben 24' und 26' im oberen Totpunkt befinden. Wird nun mittels der Zündkerze 132' das in der Arbeitskammer 96' vorhandene Brennstoff-Luft-Gemisch gezündet, treten in der Arbeitskammer 96' extrem

hohe Drücke auf, so daß die Einlaßventile 154 und 156 gegen diesen Druck geschlossen bleiben, bis die Arbeitskammer 96' nach dem Ausstoßtakt wieder zum Ansaugen bereitsteht.

In Fig. 15 sind alle vier Einlaßventile 154 bis 160 in ihrer Schließlage dargestellt. In Fig. 16 haben sich die Kolben 24', 26' bzw. 28', 30' um die Schwenkachse 32' auseinander bewegt und dabei etwa um  $45^\circ$  um die Umlaufachse 34' in dem Gehäuse 12' weiter bewegt. Die Einlaßventile 154 und 156 befinden sich weiterhin in ihrer Schließlage, weil der Druck in der Arbeitskammer 96' noch höher ist als in den Nebenkammern 100' und 102'. Dagegen befinden sich die Einlaßventile 158 und 160 in ihrer Offenstellung, da die in Fig. 15 leere und damit drucklose Arbeitskammer 98' einen geringeren Innendruck besitzt als die Nebenkammern 100' und 102'.

Aus Fig. 17 geht hervor, daß die Einlaßventile 154 und 156 so lange geschlossen bleiben, bis die Arbeitskammer 96', in der das zuvor gezündete Brennstoff-Luft-Gemisch weiter expandiert, ihr maximales Volumen gemäß Fig. 17 erreicht hat.

Hinsichtlich der Schwenkbewegungen der einzelnen Kolben 24' bis 30' sind die Figuren 15 bis 17 auch eine veranschaulichende Darstellung der Kolben 24 bis 30 bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Figuren 1 bis 8, die sich in gleicher Weise zwischen den Endstellungen gemäß Fig. 15 und 17 bewegen, ebenso veranschaulicht die Abfolge der Figuren 15 bis 17 zusätzlich die Steuerung der Kolbenbewegungen mittels der Führungsglieder 68 und 70 bzw. 68' und 70'.

In Fig. 18 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel einer mit dem allgemeinen Bezugszeichen 10'' versehenen Schwenkkolbenmaschine dargestellt, das sich von den beiden vorhergehenden Ausführungsbeispielen durch die Art der Steuerung der Schwenkbewegungen der Kolben 24'' bis 30'' unterscheidet.

Bei diesem Ausführungsbeispiel ist die zur Steuerung der Schwenkbewegungen der Kolben 24'' bis 30'' vorgesehene Steuerkurve als zwei vom Gehäuse 12'' nach innen vorragende Vorsprünge 164 und 166 ausgebildet. Die Vorsprünge 164 und 166 weisen im Unterschied zu der nur einen Nut 80 eine im wesentlichen elliptische Form auf. Im weiteren Unterschied zu den vorhergehenden Ausführungsbeispielen sind die Kolben 24'' bis 30'' jeweils mit Lagerflächen 168 ausgebildet, über die die Kolben 24'' bis 30'' an den Vorsprüngen 164 und 166 zur Steuerung der Schwenkbewegungen der Kolben 24'' bis 30'' gleitend geführt sind. Dabei sind die Kolben 24'' bis 30'' im Unterschied zu den vorherigen Ausführungsbeispielen somit nur einseitig geführt, so daß es unter Umständen erforderlich sein kann, in der OT-Stellung jeweiliger Kolbenpaare 24'' und 26'' bzw. 28'' und 30'' Druckluft einzublasen, um die öffnende Schwenkbewegung der Kolben 24'' und 26'' zu initialisieren.

Des weiteren ist in Fig. 18 die Welle 54'' beidseitig an dem Gehäuse 12'' gelagert, d.h. endet nicht wie bei den vorherigen Ausführungsbeispielen in der Gehäusemitte 66''. Die Welle 54'' ist somit noch an einem zweiten Lager 170 gelagert.

In Fig. 19 ist schließlich noch ein Ausführungsbeispiel einer Schwenkkolbenmaschine 10''' dargestellt, das sich durch die Geometrie der Kolben unterscheidet, von denen in Fig. 19 die

Kolben 26''' und 28''' dargestellt sind. Anstelle der vorherigen Ausführungsbeispiele weisen die Kolben 26''' und 28''' keinen geraden, sondern gewölbten Kolbenboden 172 bzw. 174 auf, und die Lagerringe 36''' bis 42''' und der Ring 56''' an der Welle, die die Umlaufachse 34''' bildet, sind entsprechend abgeschrägt.

Des weiteren ist in Fig. 19 eine Variante der Schwenkkolbenmaschine 10''' gezeigt, bei der kein Selbstauflade-Effekt vorgesehen ist, sondern die über einen einfachen Einlaßkanal 176 verfügt. Die bei diesen Ausführungsvarianten ebenso vorhandenen Nebenkammern können als mit Öl beflutbare Ölräume oder als mit Luft beflutbare Lufträume zur Kühlung der Kolben 24''' bis 30''' dienen.

Es versteht sich, daß die zuvor beschriebenen verschiedenen Ausführungsbeispiele im Belieben des Fachmanns auch miteinander beliebig kombiniert werden können.

Patentansprüche

1. Schwenkkolbenmaschine, mit einer Mehrzahl von in einem Gehäuse (12) angeordneten und um eine im wesentlichen gehäusemittige gehäusefeste Umlaufachse (34) in dem Gehäuse (12) gemeinsam umlaufenden Kolben (24 - 30), die beim Umlaufen in dem Gehäuse (12) hin- und hergehende Schwenkbewegungen um eine jeweilige Schwenkachse (32) ausführen, wobei jeweils zwei benachbarte Kolben (24 - 30) gegensinnige Schwenkbewegungen ausführen, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse (12) innenseitig kugelförmig ausgebildet ist, und daß die Schwenkachsen (32) der Kolben (24 - 30) im wesentlichen durch die Gehäusemitte (66) verläuft.
2. Schwenkkolbenmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die gemeinsame Schwenkachse (32) der Kolben (24 - 30) schräg oder senkrecht zur Umlaufachse (34) verläuft.
3. Schwenkkolbenmaschine nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Kolben (24 - 30) an einem die Schwenkachse (32) bildenden Achszapfen (44) verschwenkbar gelagert sind, der mit einer die Umlaufachse (34) bildenden Welle (56) drehfest um die Umlaufachse (34) verbunden ist. .
4. Schwenkkolbenmaschine nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Welle (54) aus dem Gehäuse (12) herausgeführt ist.

5. Schwenkkolbenmaschine nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Welle (54) etwa gehäusemittig endet.
6. Schwenkkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß jeweils zwei bezüglich der Gehäusemitte (66) im wesentlichen diametral gegenüberliegende Kolben (24 - 30) zu einem Doppelkolben fest miteinander verbunden sind.
7. Schwenkkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Kolben (24 - 30) beim Umlaufen in dem Gehäuse (12) entlang zumindest einer am Gehäuse (12) ausgebildeten Steuerkurve zum Steuern der hin- und hergehenden Schwenkbewegungen geführt sind.
8. Schwenkkolbenmaschine nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerkurve als zumindest eine in das Gehäuse eingebrachte Nut (80) ausgebildet ist, in die jeweils zumindest ein dem jeweiligen Kolben (24 - 30) zugeordnetes kolbenfestes Führungsglied (68, 70) eingreift.
9. Schwenkkolbenmaschine nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Führungsglied (68, 70) zumindest eine Laufrolle ((72 - 78) aufweist oder als Gleitlager ausgebildet ist.
10. Schwenkkolbenmaschine nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Führungsglied (68, 70) zwei Laufrollen (72 - 78) aufweist, von denen die eine mit der einen Seitenfläche (82) der Nut (80) und die andere mit der gegen-

überliegenden Seitenfläche (84) der Nut (80) in Kontakt steht.

11. Schwenkkolbenmaschine nach Anspruch 6 und einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Doppelkolben nur ein Führungsglied (68, 70) aufweist.
12. Schwenkkolbenmaschine nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerkurve als zumindest ein vom Gehäuse (12'') nach innen vorragender Vorsprung (164) ausgebildet ist, an dem die Kolben (24'' - 30'') entlang geführt sind.
13. Schwenkkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß insgesamt vier Kolben (24 - 30) in dem Gehäuse (12) angeordnet sind.
14. Schwenkkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Kolben 24 - 30) eine Arbeitsseite (86, 88) und eine von dieser abgewandte Rückseite (96, 98) aufweist, wobei die jeweilige Arbeitskammer zwischen jeweils zwei einander gegenüberliegenden Arbeitsseiten (86, 88) zweier benachbarter Kolben (24 - 30) und dem Gehäuse (12) ausgebildet ist, während zwischen jeweils zwei Rückseiten (90, 94) benachbarter zweier Kolben (24 - 30) und dem Gehäuse (12) jeweils eine sich gegenläufig zu den Arbeitskammern (96, 98) im Volumen vergrößernde bzw. verkleinernde Nebenkammer (100, 102) ausgebildet ist.



15. Schwenkkolbenmaschine nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die zumindest eine Nebenkammer (100, 102) mit einem Fluid, vorzugsweise Luft, beflutbar ist.
16. Schwenkkolbenmaschine nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß an dem Gehäuse (12) zumindest ein Einlaßventil (104, 110) zum Befluten der zumindest einen Nebenkammer (100, 102) vorhanden ist.
17. Schwenkkolbenmaschine nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, daß das Fluid in der Nebenkammer (100, 102) durch die Schwenkbewegung der zugeordneten Kolben (24 - 30) komprimiert wird.
18. Schwenkkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 14 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß die zumindest eine Nebenkammer (100, 102) mit der zumindest einen Arbeitskammer (96, 98) über zumindest ein Einlaßventil (126) kommuniziert, das einen Übertritt des komprimierten Fluids von der zumindest einen Nebenkammer (100, 102) in die Arbeitskammer (96, 98) ermöglicht.
19. Schwenkkolbenmaschine nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß die zumindest eine Nebenkammer (100, 102) mit der zumindest einen Arbeitskammer (96, 98) über eine gehäuseaußenseitig angeordnete Leitung (122, 124) kommuniziert, wobei das zumindest eine Einlaßventil (126), durch das das Fluid von der Nebenkammer (100, 102) in die Arbeitskammer (96, 98) übertritt, am Gehäuse (12) angeordnet ist.

20. Schwenkkolbenmaschine nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß die zumindest eine Nebenkammer (100', 102') mit der zumindest einen Arbeitskammer (96', 98') durch den dazwischenliegenden Kolben (24' - 30') hindurch kommuniziert, wobei das Einlaßventil (154 - 160), durch das das Fluid von der Nebenkammer (100', 102') in die Arbeitskammer (96', 98') übertritt, am Kolben (24' - 30') angeordnet ist.
21. Schwenkkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 14 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß die Kolben (24 - 30) derart ausgebildet sind, daß die von jeweils zwei benachbarten Kolben (24 - 30) gebildete Arbeitskammer (96, 98) kugelförmig ausgebildet ist, deren Breite in der Ebene senkrecht zur Schwenkachse (32) der Kolben (24 - 30) veränderlich ist.
22. Schwenkkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 21, dadurch gekennzeichnet, die Kolben (24 - 30) derart angeordnet sind, daß jeweils zwei benachbarte Kolben (24 - 30) sich aufgrund der Schwenkbewegungen abwechselnd aufeinander zu und voneinander weg bewegen.

**GEÄNDERTE ANSPRÜCHE**

[beim Internationalen Büro am 24 September 2002 (24.09.02) eingegangen,  
ursprüngliche Ansprüche 1 – 22 ersetzt durch Ansprüche 1 - 22]

1. Schwenkkolbenmaschine, mit einer Mehrzahl von in einem Gehäuse (12) angeordneten und um eine im wesentlichen gehäusemittige gehäusefeste Umlaufachse (34) in dem Gehäuse (12) gemeinsam umlaufenden Kolben (24 - 30), die beim Umlaufen in dem Gehäuse (12) hin- und hergehende Schwenkbewegungen um eine jeweilige Schwenkachse (32) ausführen, wobei jeweils zwei benachbarte Kolben (24 - 30) gegensinnige Schwenkbewegungen ausführen, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse (12) innenseitig kugelförmig ausgebildet ist, und daß die in dem Gehäuse (12) umlaufenden Kolben (24 - 30) um eine gemeinsame Schwenkachse (32) verschwenkbar sind, die im wesentlichen durch die Gehäusemitte (66) verläuft.
2. Schwenkkolbenmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die gemeinsame Schwenkachse (32) der Kolben (24 - 30) schräg oder senkrecht zur Umlaufachse (34) verläuft.
3. Schwenkkolbenmaschine nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Kolben (24 - 30) an einem die Schwenkachse (32) bildenden Achszapfen (44) verschwenkbar gelagert sind, der mit einer die Umlaufachse (34) bildenden Welle (56) drehfest um die Umlaufachse (34) verbunden ist.

4. Schwenkkolbenmaschine nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Welle (54) aus dem Gehäuse (12) herausgeführt ist.
5. Schwenkkolbenmaschine nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Welle (54) etwa gehäusemittig endet.
6. Schwenkkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß jeweils zwei bezüglich der Gehäusemitte (66) im wesentlichen diametral gegenüberliegende Kolben (24 - 30) zu einem Doppelkolben fest miteinander verbunden sind.
7. Schwenkkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Kolben (24 - 30) beim Umlaufen in dem Gehäuse (12) entlang zumindest einer am Gehäuse (12) ausgebildeten Steuerkurve zum Steuern der hin- und hergehenden Schwenkbewegungen geführt sind.
8. Schwenkkolbenmaschine nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerkurve als zumindest eine in das Gehäuse eingebrachte Nut (80) ausgebildet ist, in die jeweils zumindest ein dem jeweiligen Kolben (24 - 30) zugeordnetes kolbenfestes Führungsglied (68, 70) eingreift.
9. Schwenkkolbenmaschine nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Führungsglied (68, 70) zumindest eine Laufrolle ((72 - 78) aufweist oder als Gleitlager ausgebildet ist.

10. Schwenkkolbenmaschine nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Führungsglied (68, 70) zwei Laufrollen (72 - 78) aufweist, von denen die eine mit der einen Seitenfläche (82) der Nut (80) und die andere mit der gegenüberliegenden Seitenfläche (84) der Nut (80) in Kontakt steht.
11. Schwenkkolbenmaschine nach Anspruch 6 und einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Doppelkolben nur ein Führungsglied (68, 70) aufweist.
12. Schwenkkolbenmaschine nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerkurve als zumindest ein vom Gehäuse (12'') nach innen vorragender Vorsprung (164) ausgebildet ist, an dem die Kolben (24'' - 30'') entlang geführt sind.
13. Schwenkkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß insgesamt vier Kolben (24 - 30) in dem Gehäuse (12) angeordnet sind.
14. Schwenkkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Kolben 24 - 30) eine Arbeitsseite (86, 88) und eine von dieser abgewandte Rückseite (96, 98) aufweist, wobei die jeweilige Arbeitskammer zwischen jeweils zwei einander gegenüberliegenden Arbeitsseiten (86, 88) zweier benachbarter Kolben (24 - 30) und dem Gehäuse (12) ausgebildet ist, während zwischen jeweils zwei Rückseiten (90, 94) benachbarter zweier Kolben (24 - 30) und dem Gehäuse (12) jeweils eine sich gegenläufig zu

den Arbeitskammern (96, 98) im Volumen vergrößernde bzw. verkleinernde Nebenkammer (100, 102) ausgebildet ist.

15. Schwenkkolbenmaschine nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die zumindest eine Nebenkammer (100, 102) mit einem Fluid, vorzugsweise Luft, beflutbar ist.
16. Schwenkkolbenmaschine nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß an dem Gehäuse (12) zumindest ein Einlaßventil (104, 110) zum Befluten der zumindest einen Nebenkammer (100, 102) vorhanden ist.
17. Schwenkkolbenmaschine nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, daß das Fluid in der Nebenkammer (100, 102) durch die Schwenkbewegung der zugeordneten Kolben (24 - 30) komprimiert wird.
18. Schwenkkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 14 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß die zumindest eine Nebenkammer (100, 102) mit der zumindest einen Arbeitskammer (96, 98) über zumindest ein Einlaßventil (126) kommuniziert, das einen Übertritt des komprimierten Fluids von der zumindest einen Nebenkammer (100, 102) in die Arbeitskammer (96, 98) ermöglicht.
19. Schwenkkolbenmaschine nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß die zumindest eine Nebenkammer (100, 102) mit der zumindest einen Arbeitskammer (96, 98) über eine gehäuseaußenseitig angeordnete Leitung (122, 124) kommuniziert, wobei das zumindest eine Einlaßventil (126), durch das das Fluid von der Nebenkammer (100, 102) in die Ar-

beitskammer (96, 98) übertritt, am Gehäuse (12) angeordnet ist.

20. Schwenkkolbenmaschine nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß die zumindest eine Nebenkammer (100', 102') mit der zumindest einen Arbeitskammer (96', 98') durch den dazwischenliegenden Kolben (24' - 30') hindurch kommuniziert, wobei das Einlaßventil (154 - 160), durch das das Fluid von der Nebenkammer (100', 102') in die Arbeitskammer (96', 98') übertritt, am Kolben (24' - 30') angeordnet ist.
21. Schwenkkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 14 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß die Kolben (24 - 30) derart ausgebildet sind, daß die von jeweils zwei benachbarten Kolben (24 - 30) gebildete Arbeitskammer (96, 98) kugelförmig ausgebildet ist, deren Breite in der Ebene senkrecht zur Schwenkachse (32) der Kolben (24 - 30) veränderlich ist.
22. Schwenkkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 21, dadurch gekennzeichnet, die Kolben (24 - 30) derart angeordnet sind, daß jeweils zwei benachbarte Kolben (24 - 30) sich aufgrund der Schwenkbewegungen abwechselnd aufeinander zu und voneinander weg bewegen.

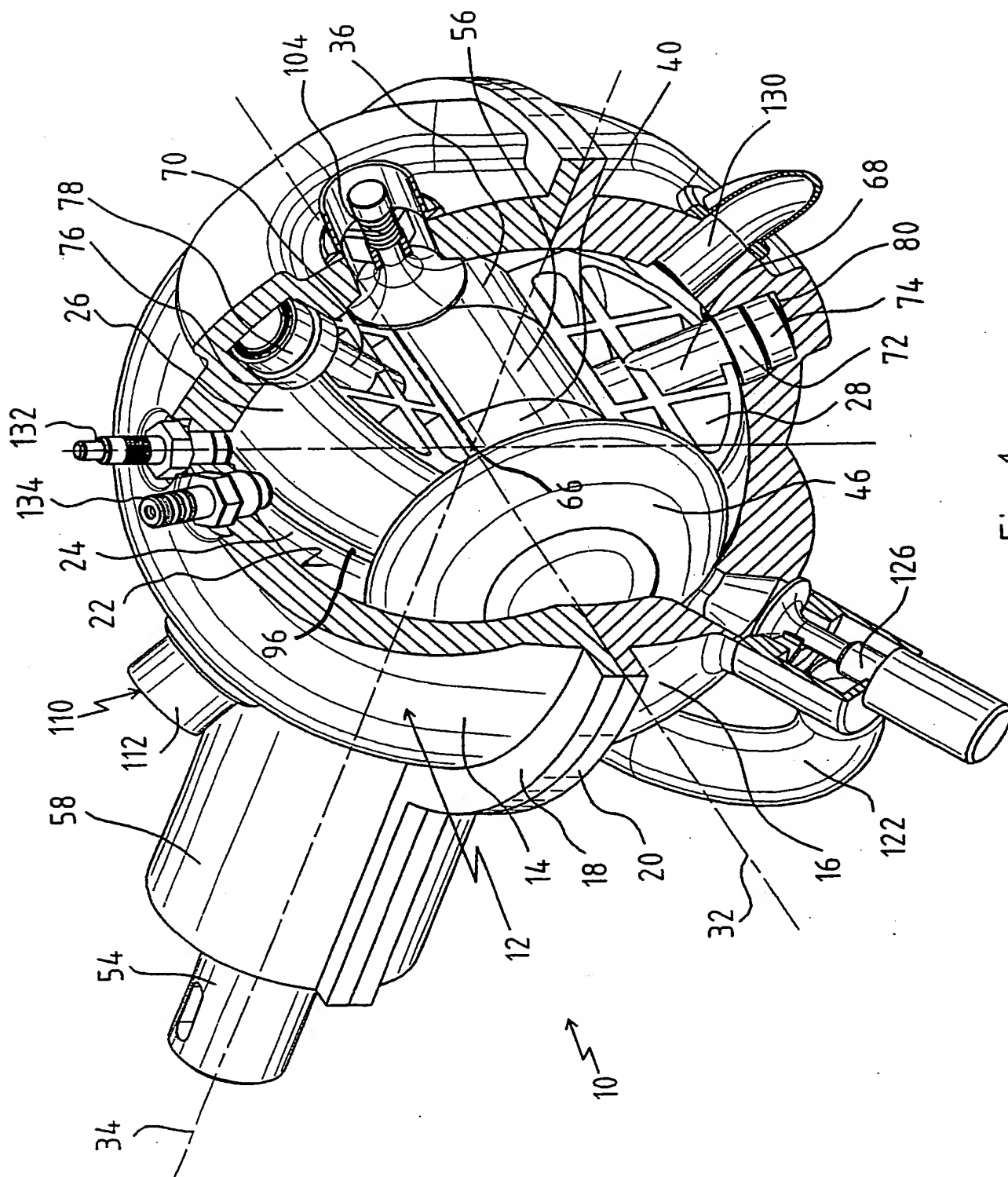


Fig. 1



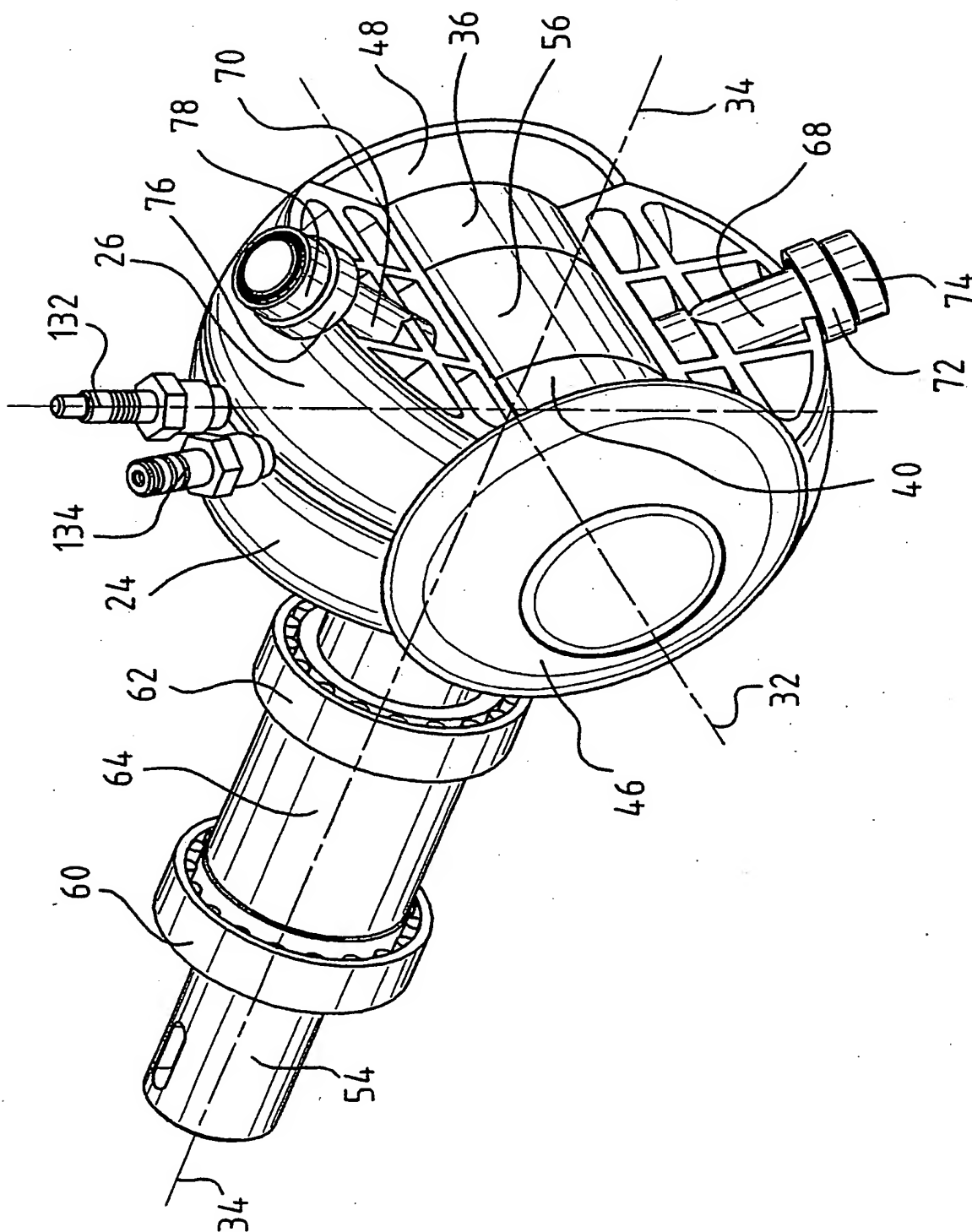


Fig. 2

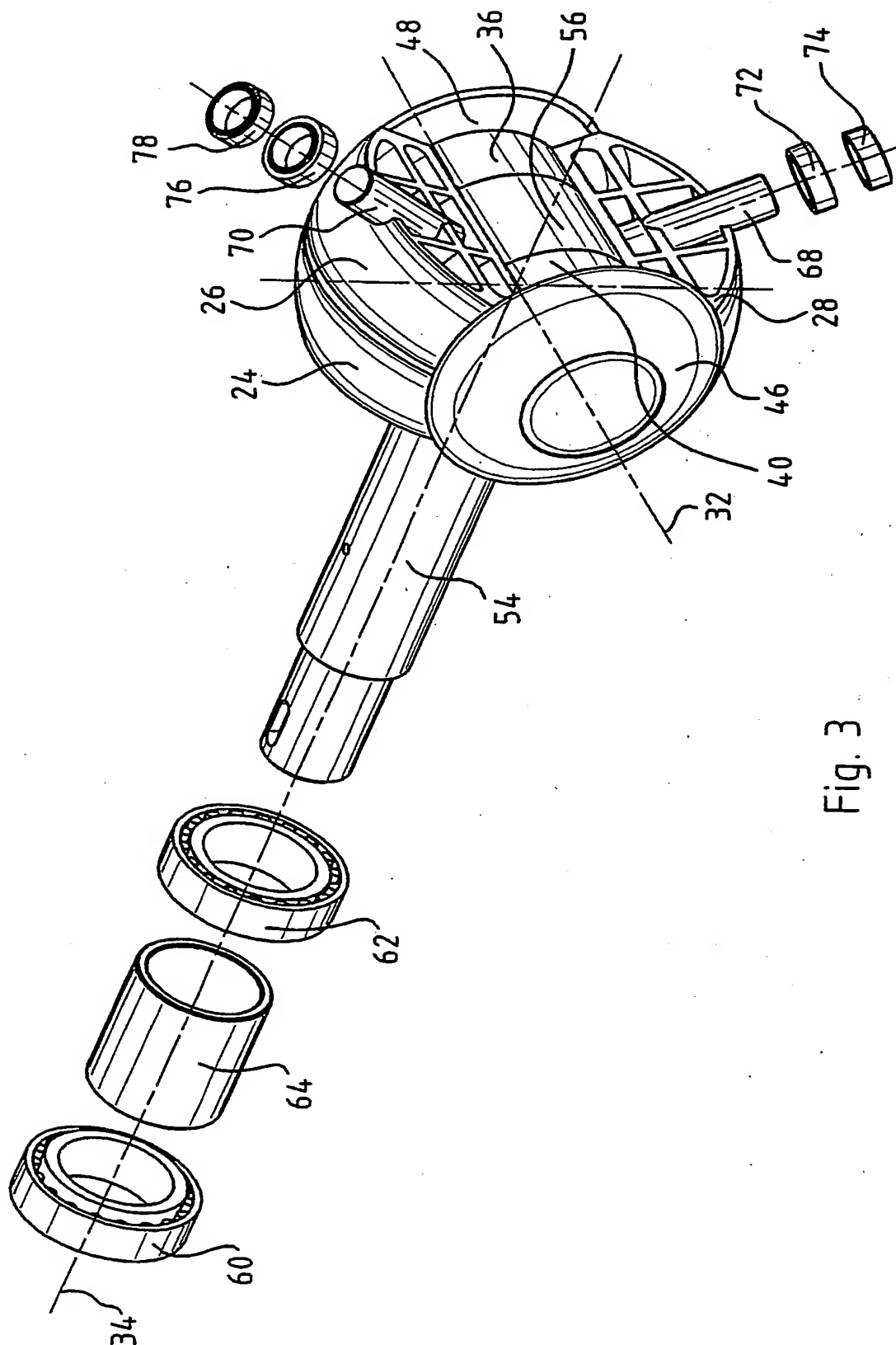


Fig. 3

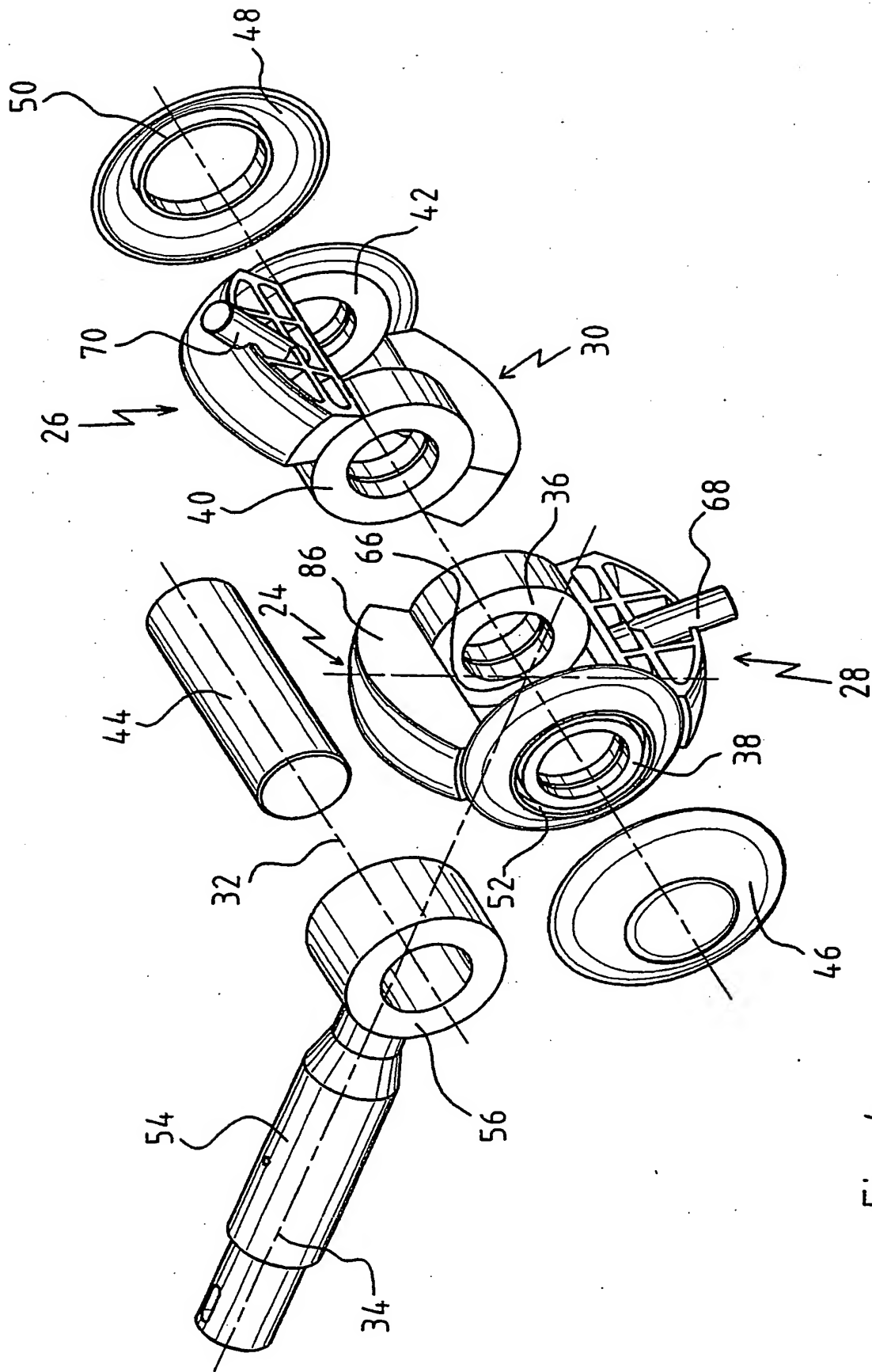


Fig. 4

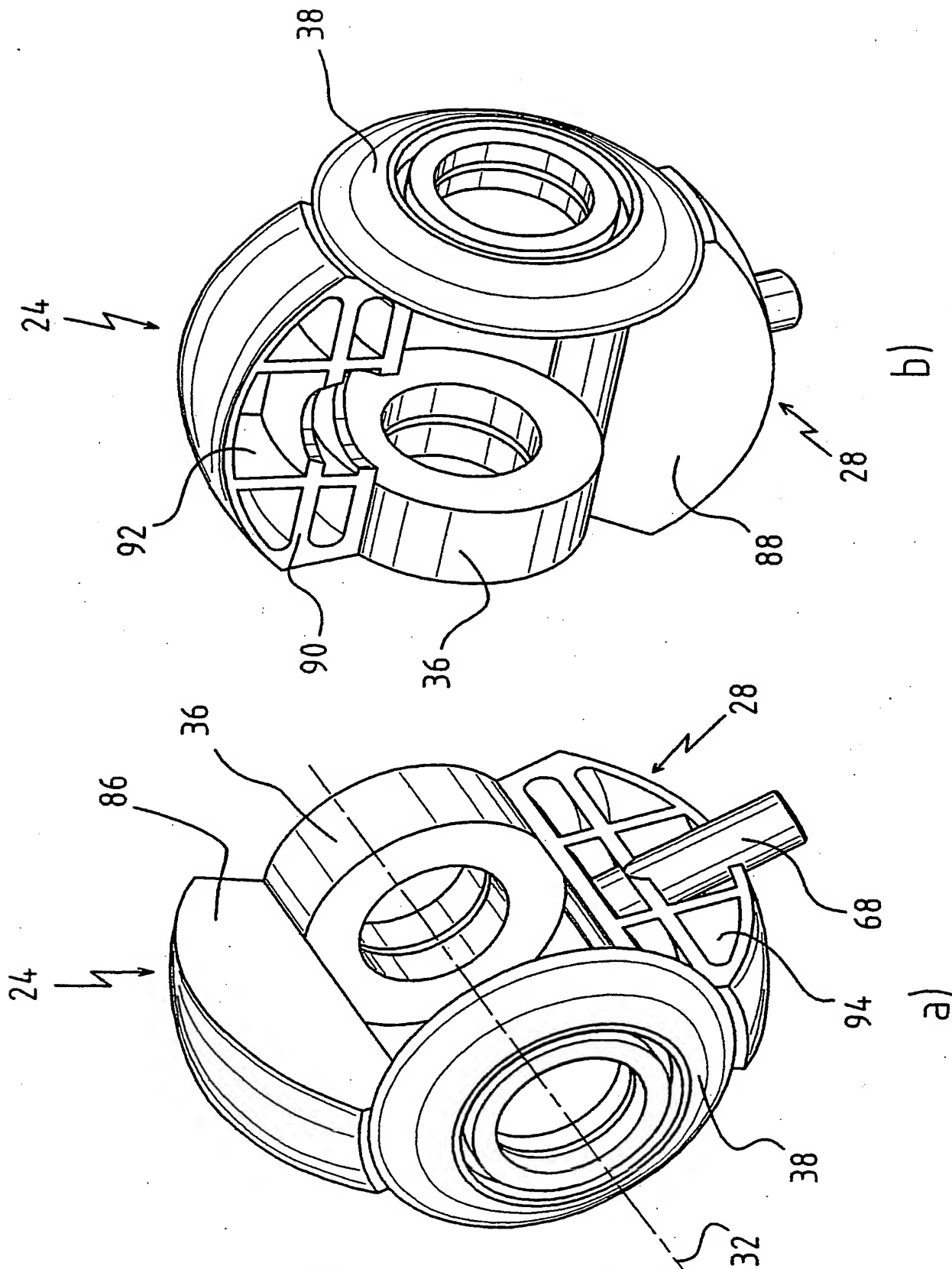
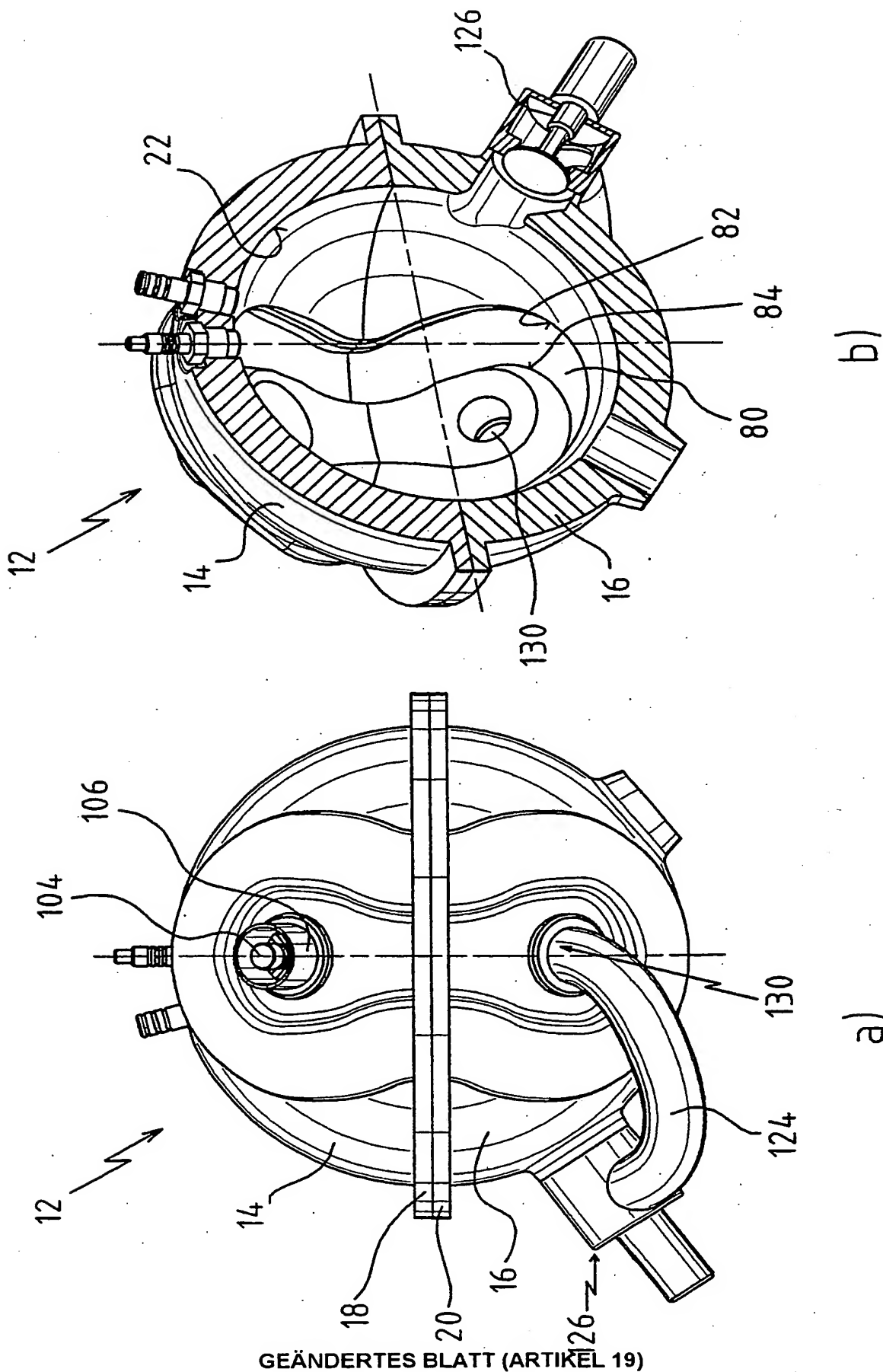


Fig. 5



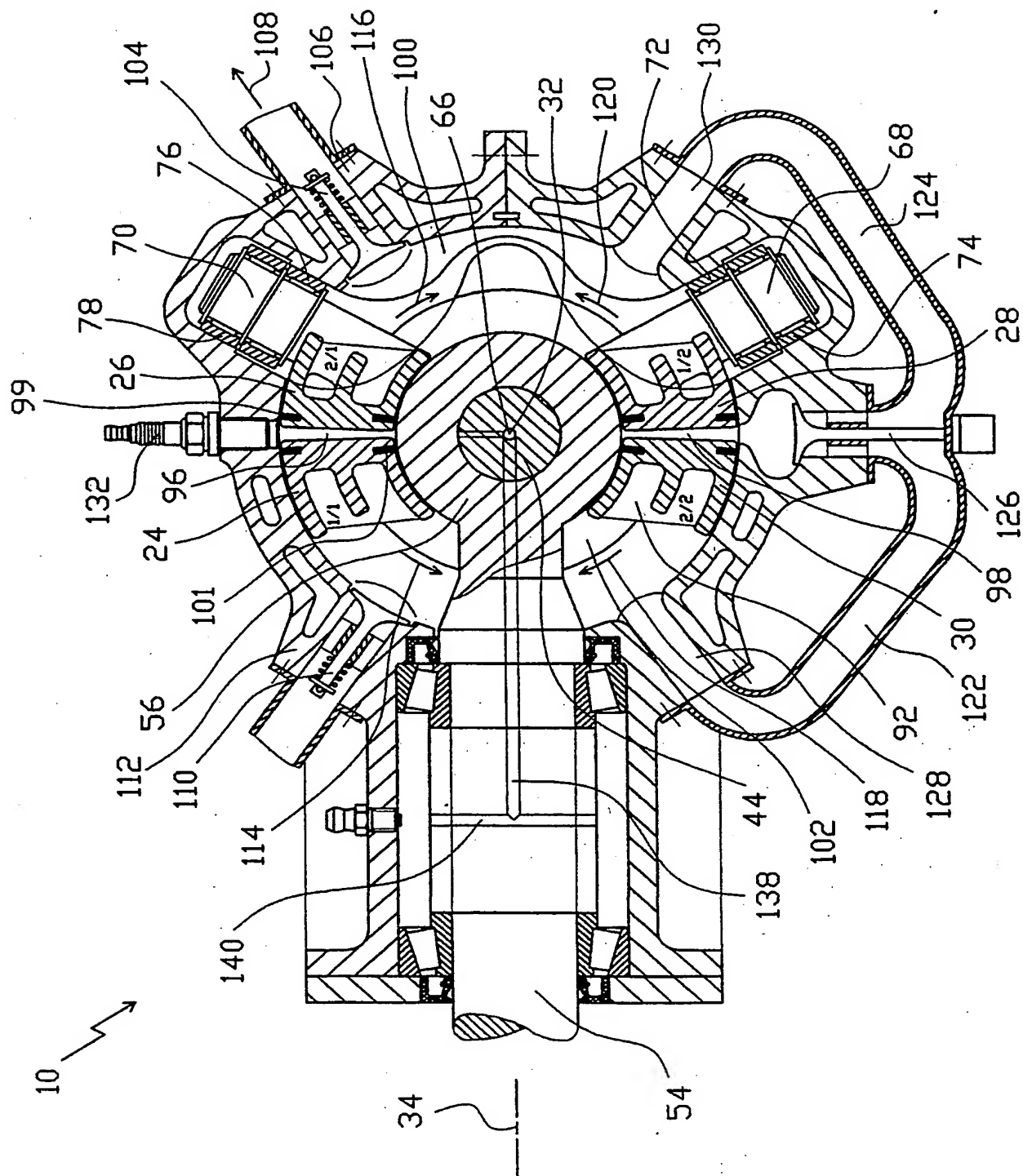


Fig. 7

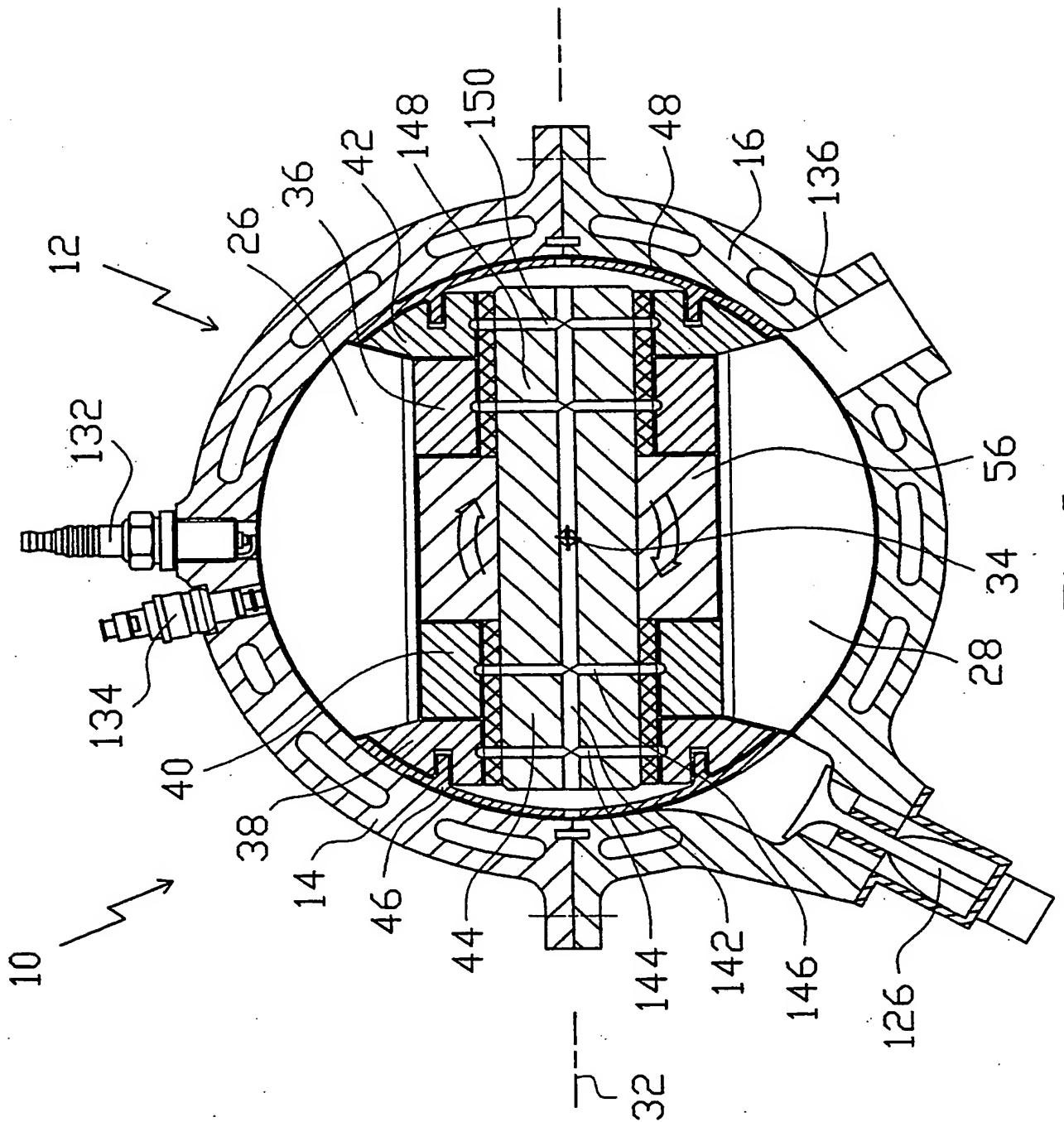


Fig. 8

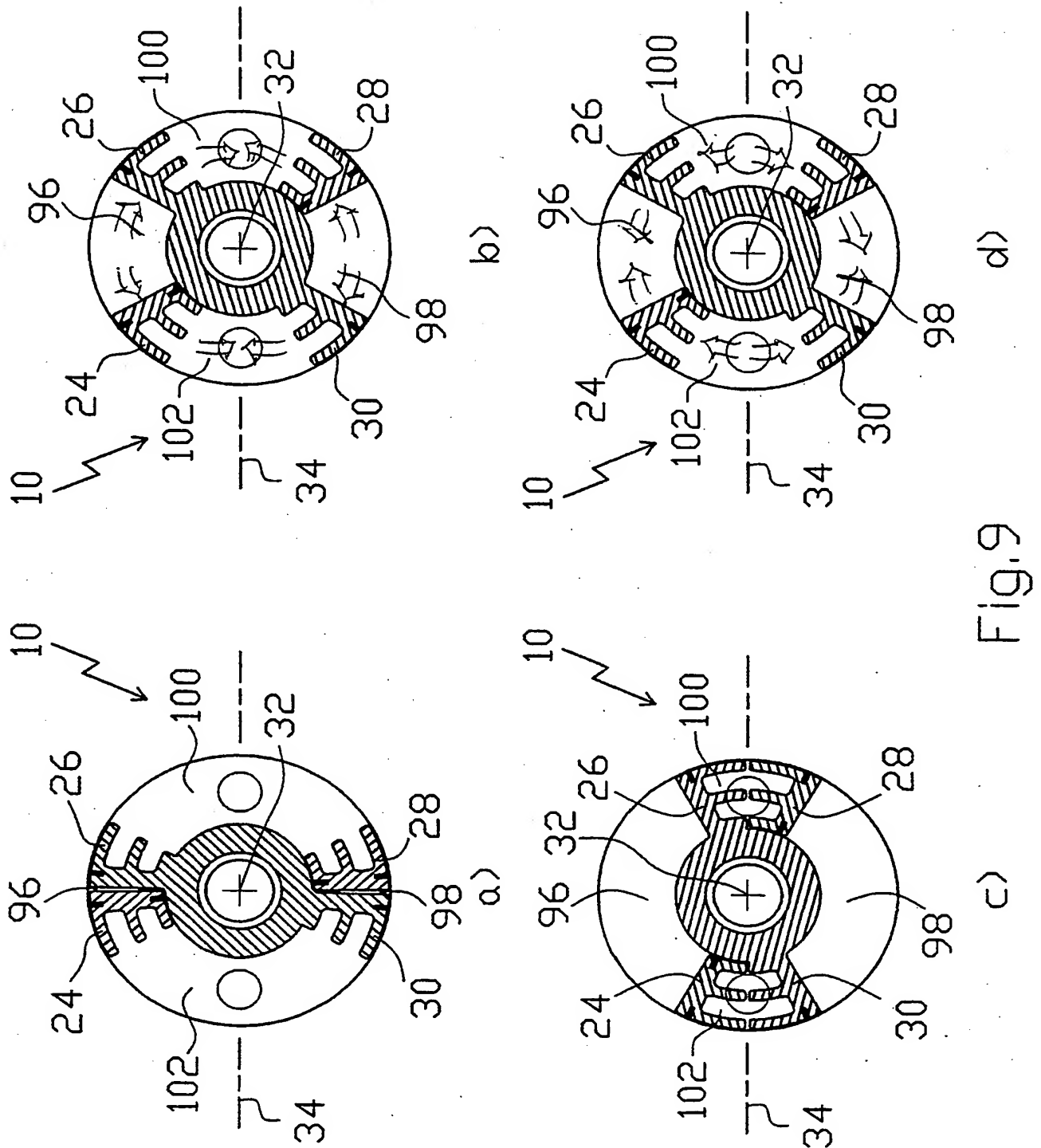


Fig. 9



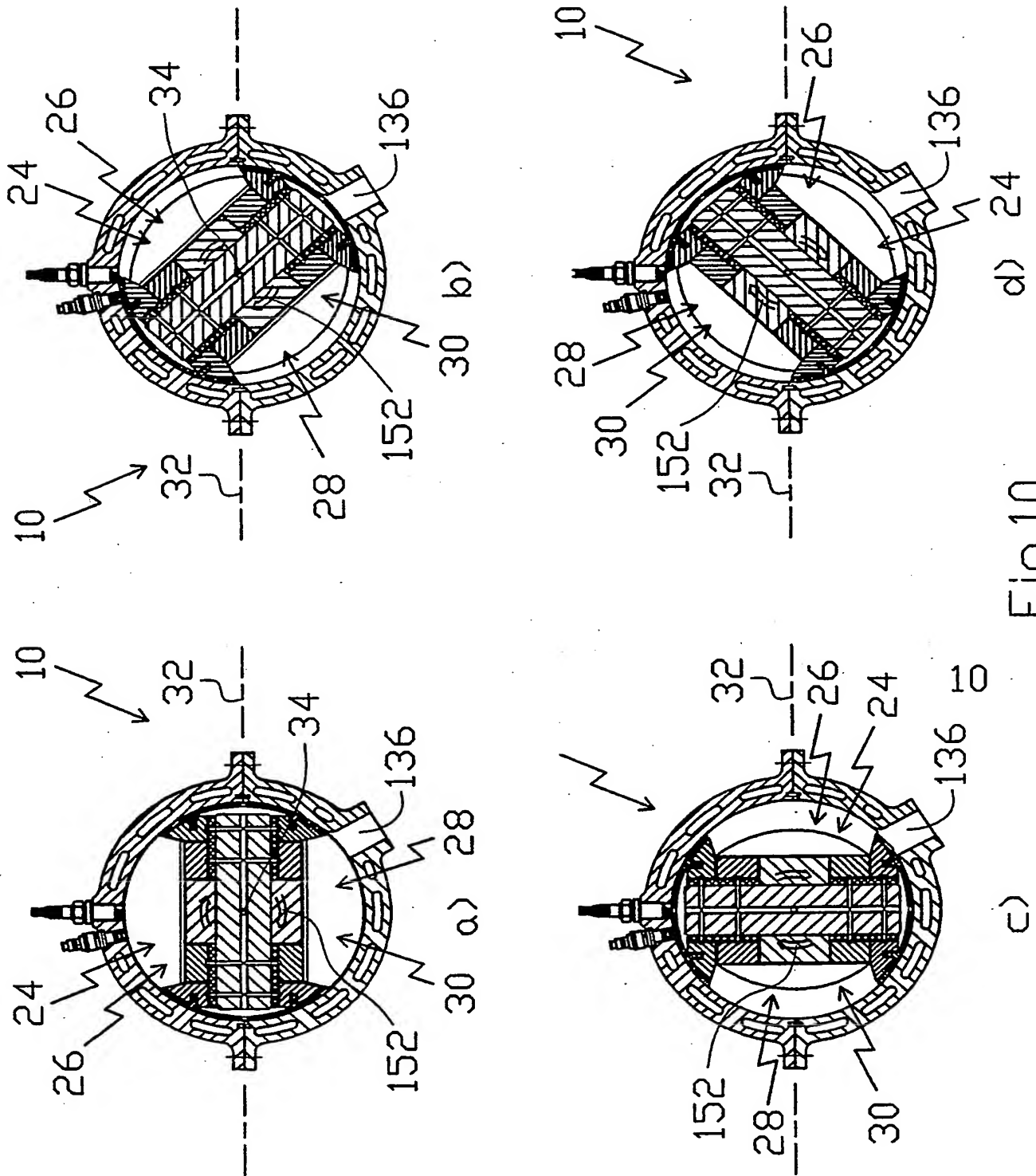


Fig.10

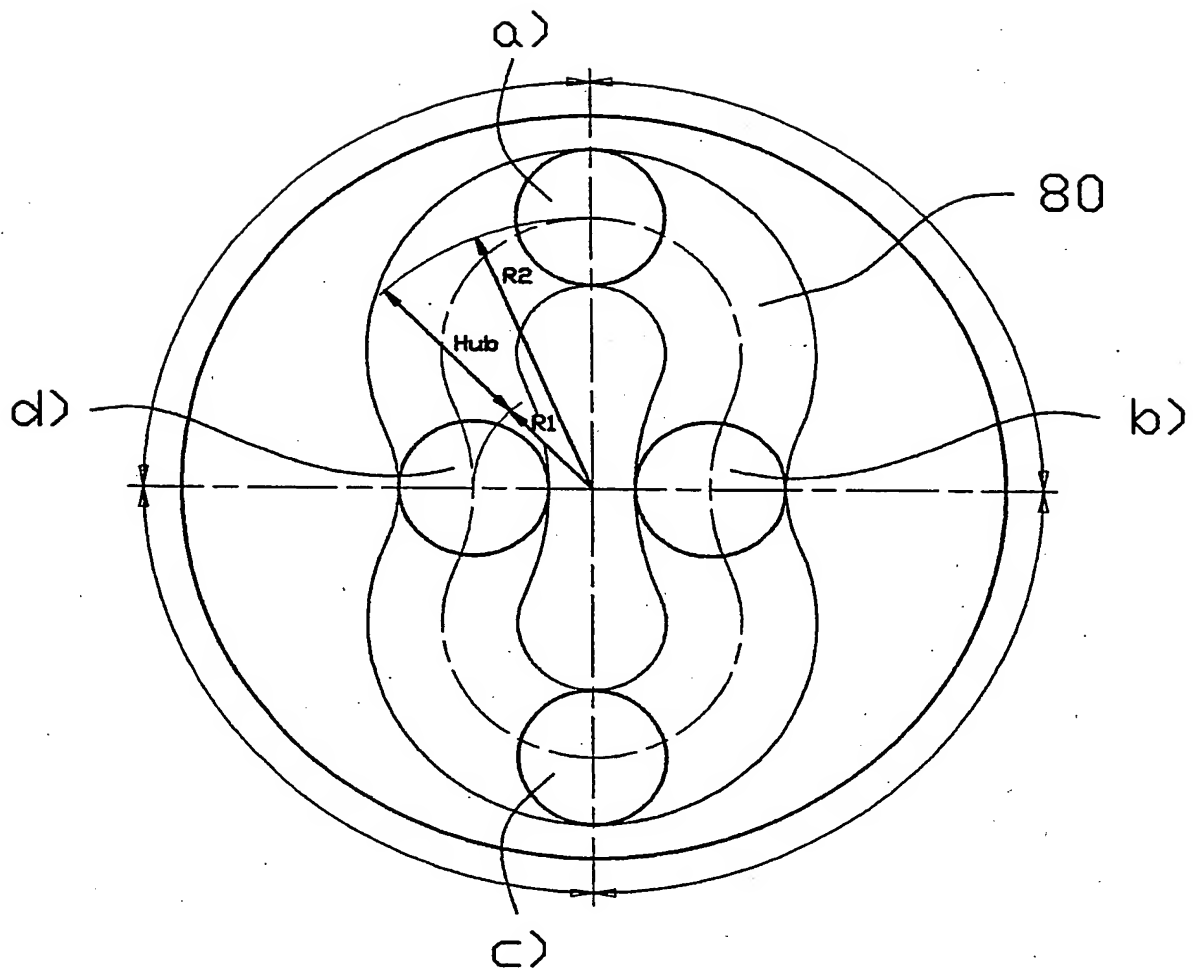


Fig.11

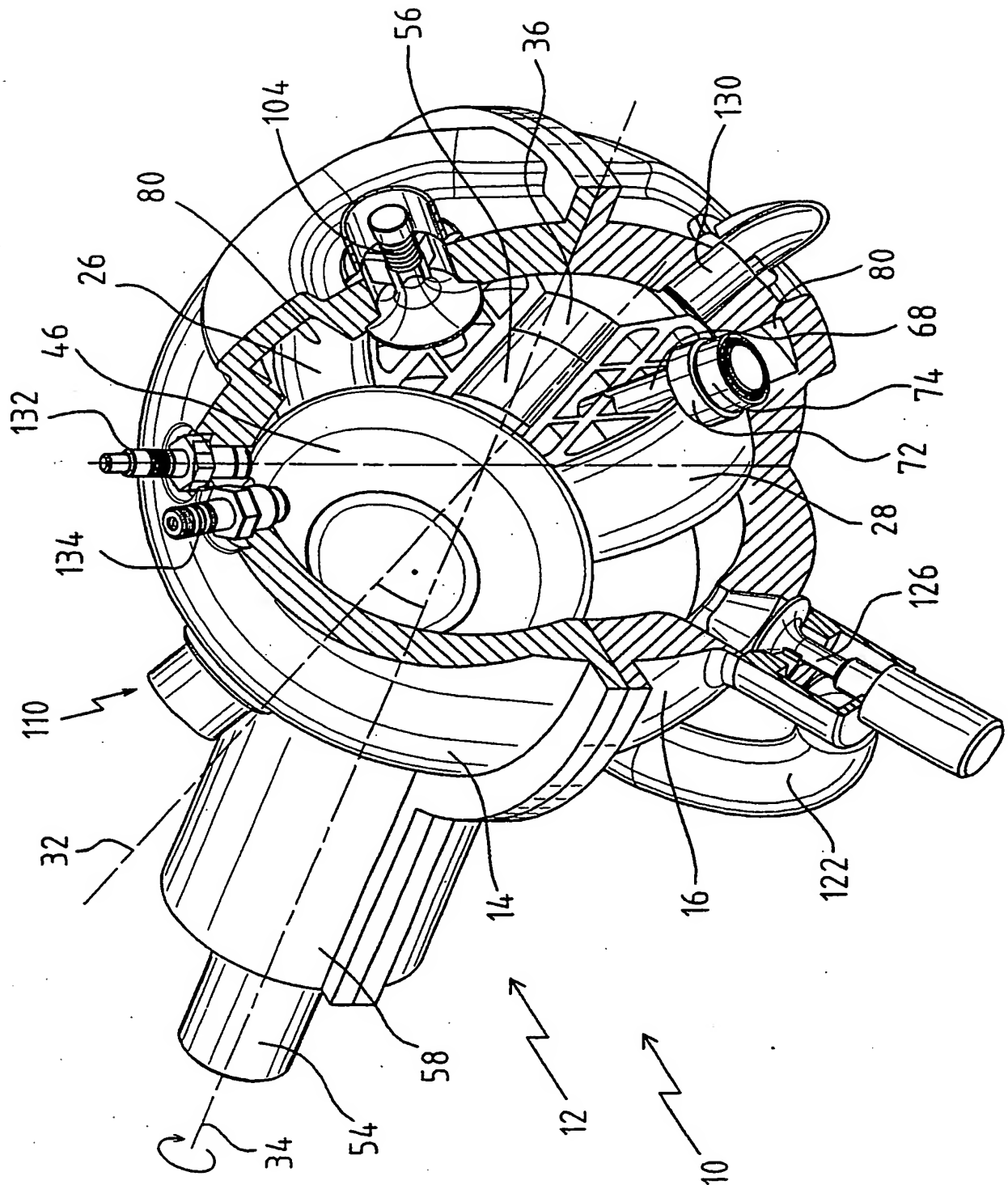
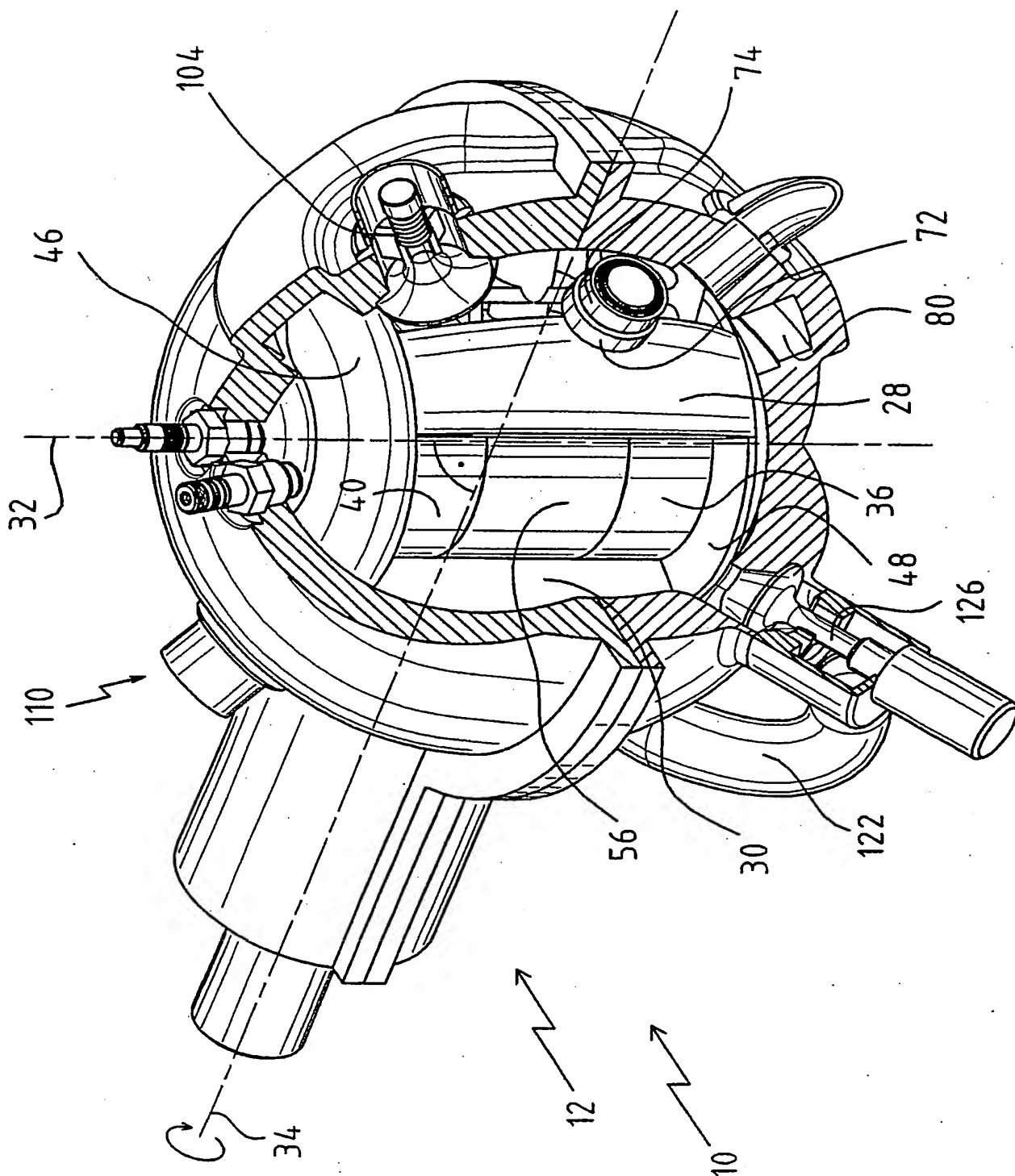
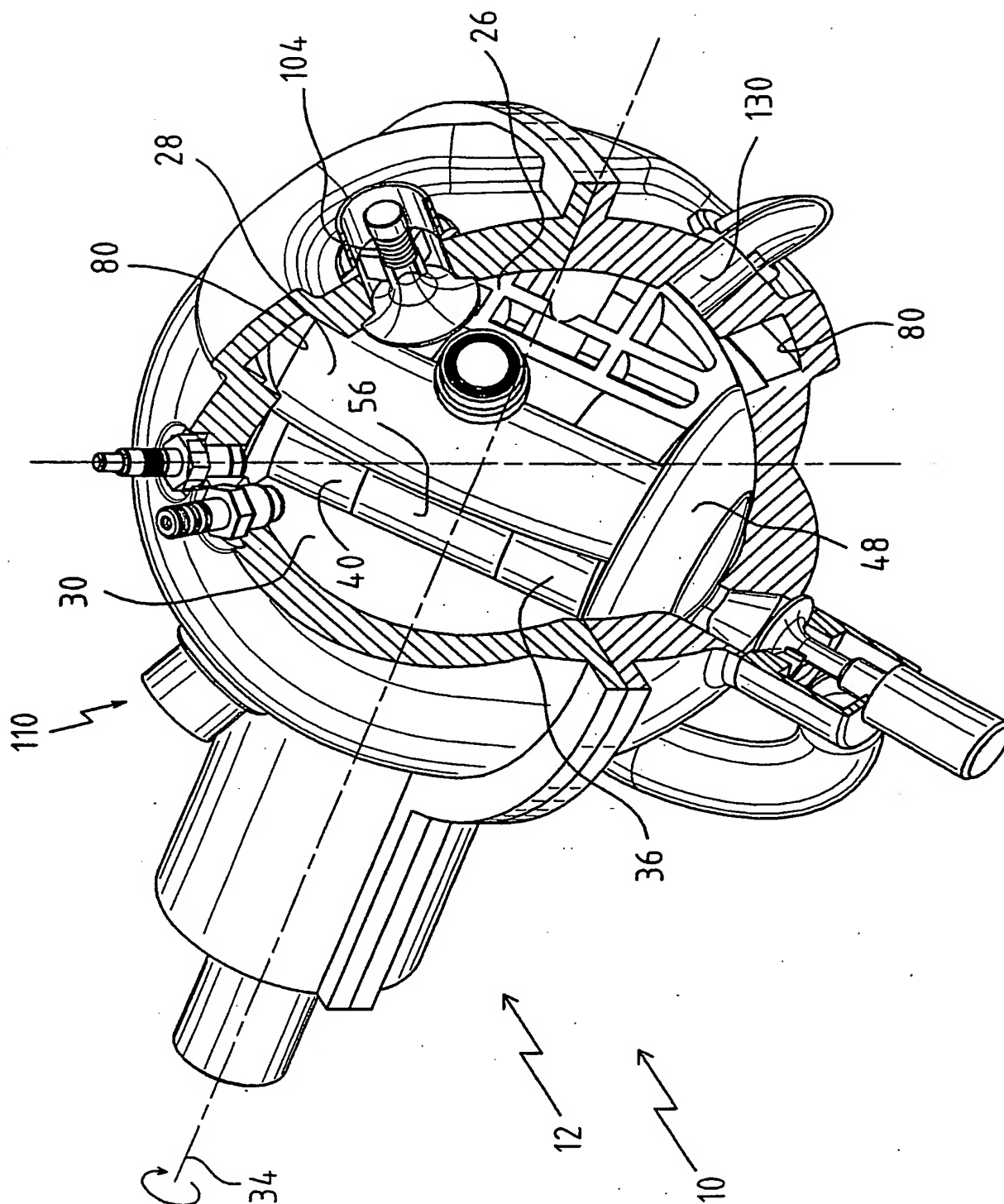
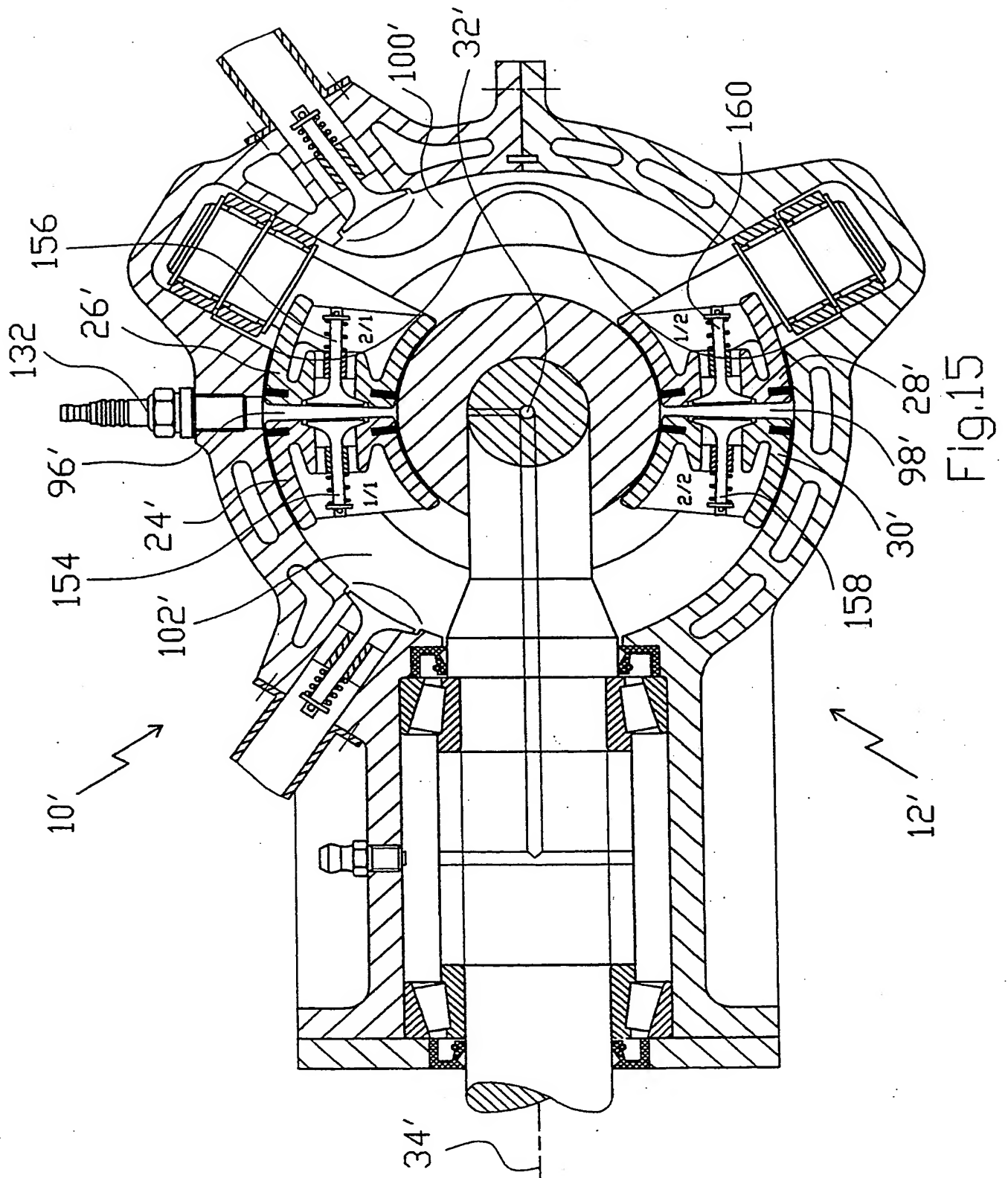


Fig. 12







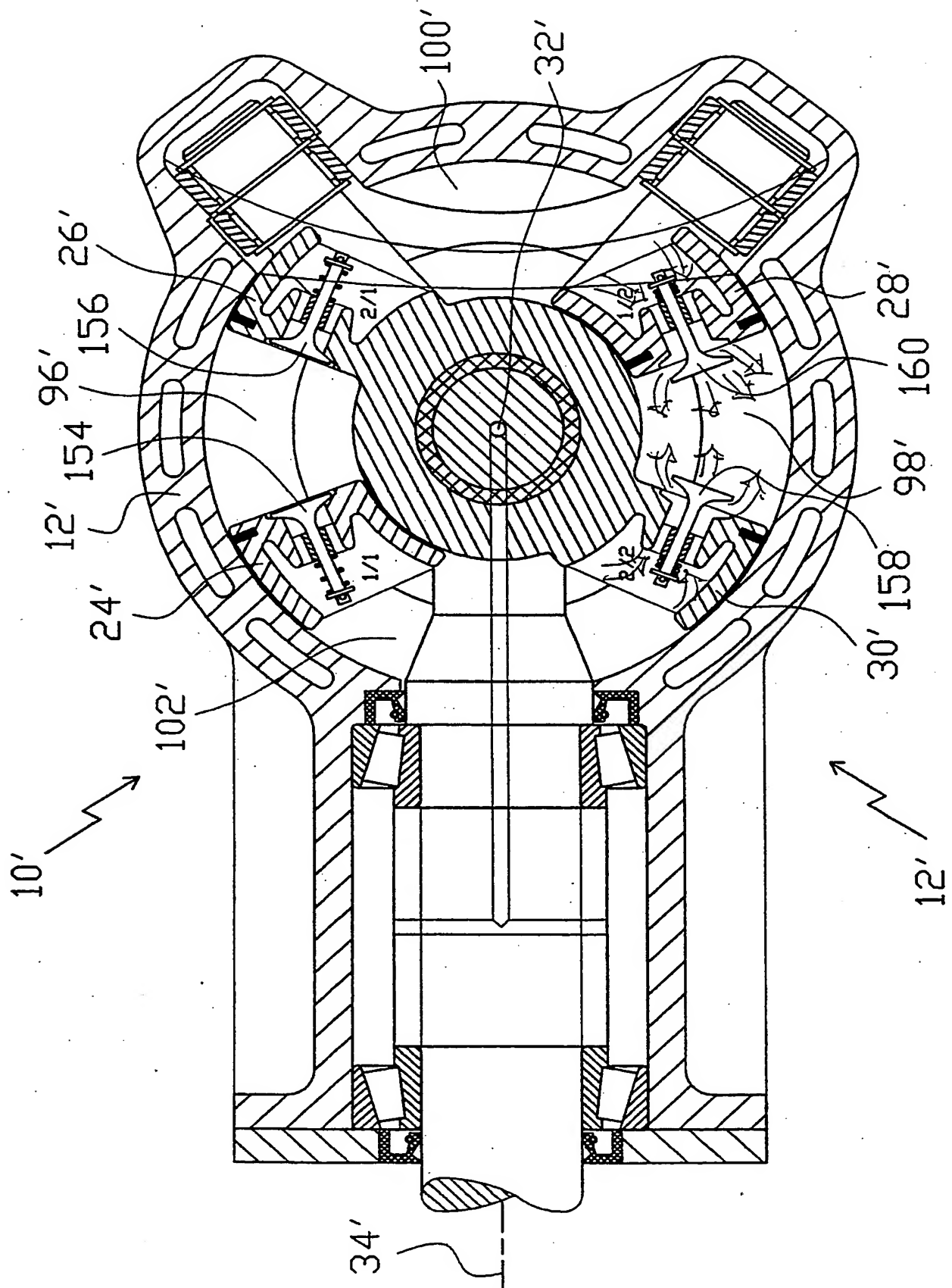
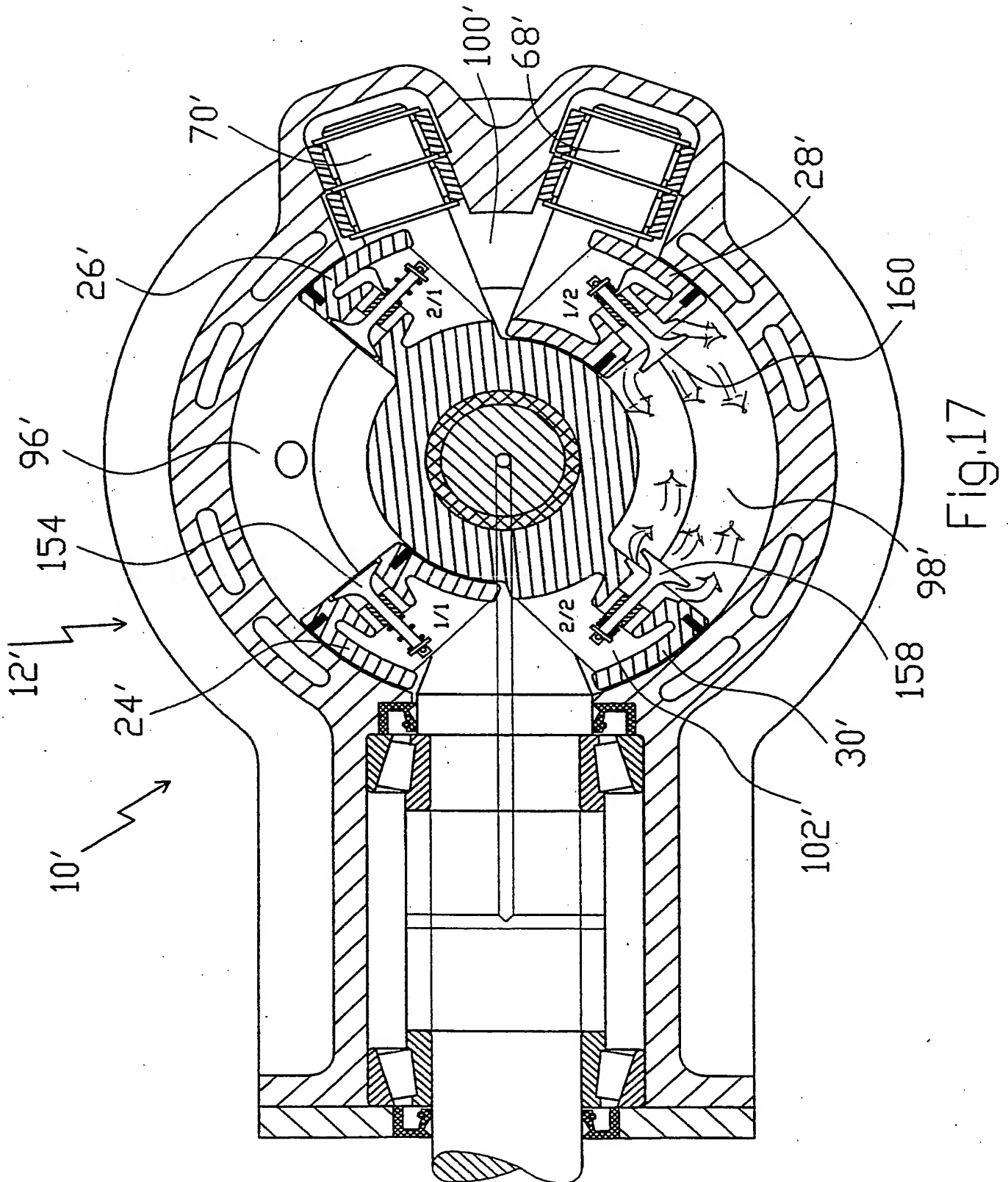


Fig.16





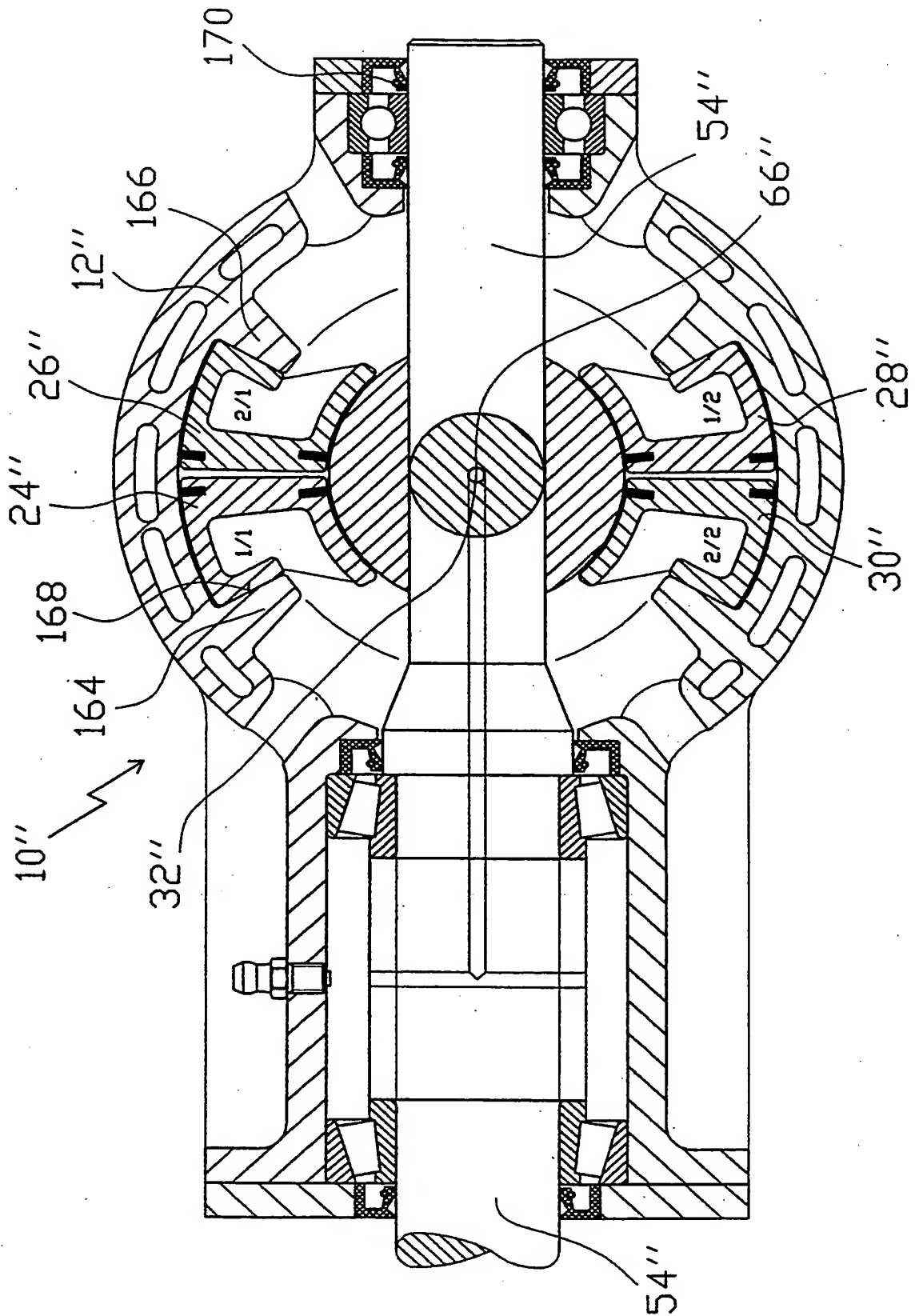


Fig.18

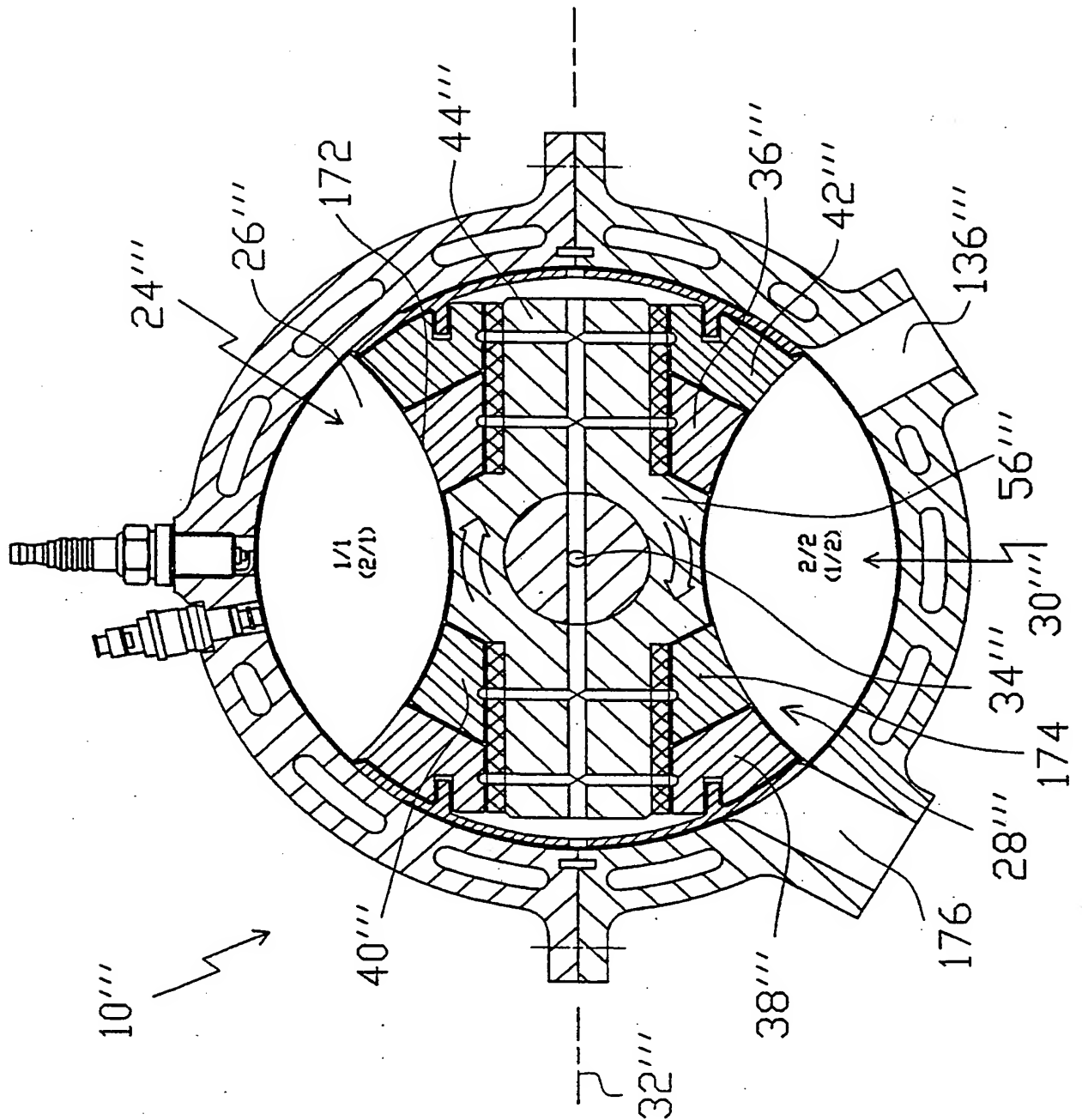


Fig. 19

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 02/01226

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 F01C3/02 F01C3/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F01C F04C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	FR 798 793 A (MAILLET EMILE; DUTREY ANDRE) 26 May 1936 (1936-05-26) figures 1,5 page 1, line 1 - line 17 page 2, line 31 page 2, line 47 - line 59 page 2, line 102 - page 3, line 30	1, 2, 4-9
A	DE 195 22 094 A (HELBING MICHAEL) 2 January 1997 (1997-01-02) figure 4 column 2, line 15	20

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

25 June 2002

Date of mailing of the international search report

01/07/2002

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Lequeux, F

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

information on patent family members

International Application No

PCT/EP 02/01226

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
FR 798793	A	26-05-1936	NONE	
DE 19522094	A	02-01-1997	DE 19522094 A1	02-01-1997

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

In. . . . .ationales Aktenzeichen

PCT/EP 02/01226

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 F01C3/02 F01C3/06

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 F01C F04C

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	FR 798 793 A (MAILLET EMILE;DUTREY ANDRE) 26. Mai 1936 (1936-05-26) Abbildungen 1,5 Seite 1, Zeile 1 - Zeile 17 Seite 2, Zeile 31 Seite 2, Zeile 47 - Zeile 59 Seite 2, Zeile 102 -Seite 3, Zeile 30	1,2,4-9
A	DE 195 22 094 A (HELBING MICHAEL) 2. Januar 1997 (1997-01-02) Abbildung 4 Spalte 2, Zeile 15	20

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

25. Juni 2002

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

01/07/2002

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Lequeux, F

# INTERNATIONAL RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

In. ....ionales Aktenzeichen

PCT/EP 02/01226

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
FR 798793	A	26-05-1936	KEINE		
DE 19522094	A	02-01-1997	DE	19522094 A1	02-01-1997